

BOETHIUS

---

Texte und Abhandlungen zur  
Geschichte der Mathematik und  
der Naturwissenschaften

Begründet von Joseph Ehrenfried  
Hofmann, Friedrich Klemm und  
Bernhard Sticker

Herausgegeben von  
Menso Folkerts

Band 52

## Al-Farghānī On the Astrolabe

Arabic Text Edited  
with Translation and Commentary  
by Richard Lorch



Franz Steiner Verlag 2005

## Contents

### Introduction

1. The astrolabe	1
2. Al-Farghānī	4
3. The markings on the astrolabe described by al-Farghānī	6
4. The form and style of <i>al-Kāmil</i>	7
5. Al-Farghānī and his predecessors	9
6. Al-Farghānī's value for $\epsilon$	11
7. Observation of <i>al-'ayyūq</i> ; value for precession	12
8. Arithmetic and trigonometry in <i>al-Kāmil</i>	13
9. Two texts based on <i>al-Kāmil</i>	16
10. The manuscripts	16
11. Editorial conventions	18
12. Mathematical symbols	19

Al-Farghānī, On the Astrolabe, Text and Translation	21
---	----

Chapter 1	22
Chapter 2	40
Chapter 3	68
Chapter 4	110
Table 1	116
Table 2	122
Table 3	124
Table 4	130
Table 5	278
Chapter 5	294
Chapter 6	340
Chapter 7	362

Appendix 1: Variant Passages in S, B and T	379
Appendix 2: Titles and Colophons	387
Appendix 3: Ibn al-Šalāh, <i>On Projection</i> (excerpt)	393

Mathematical Summary	399
----------------------	-----

Bibliography	443
--------------	-----

## Introduction

### 1. The astrolabe

An astrolabe imitates the motion of the heavens. The stars may be imagined to be on a celestial sphere, and their daily rotation may be represented by the rotation of this sphere. The astrolabe is essentially a plane representation of this rotating sphere as seen over a representation of some observer's horizon and horizon coordinates: the stars (and also the Sun, Moon and planets) on one flat plate are revolved against the observer's horizon and almucantars (circles parallel to the horizon) drawn on another, fixed, plate. If the altitude of the Sun or of a star is measured, the instrument may be set to represent the position of the heavens by putting the representation of the star on the almucantar for that altitude. Then, for instance, the time of day (or night) may be determined by measuring the rotation necessary to bring the star from the horizon in the east (or west); an astrolabe was furnished with markings to facilitate the measurement. There were many other uses to which the astrolabe could be put.

A flat representation of the celestial sphere may be made in many ways, but in practice the astrolabe was almost always made by using the northern stereographic projection. In this the sphere is imagined tangent to the plane of projection at the north pole and the image of any other point ( $P$  in Fig. 1) on the sphere, except the south pole  $S$ , is found by joining  $S$  to  $P$  and producing the line until it meets the plane: at  $P'$ , the image of  $P$ .

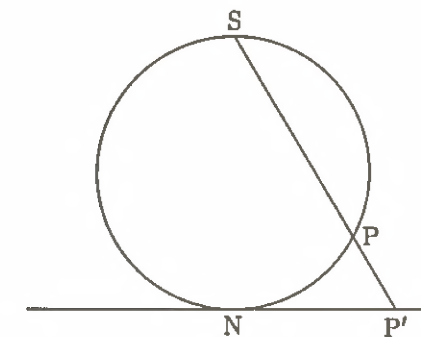
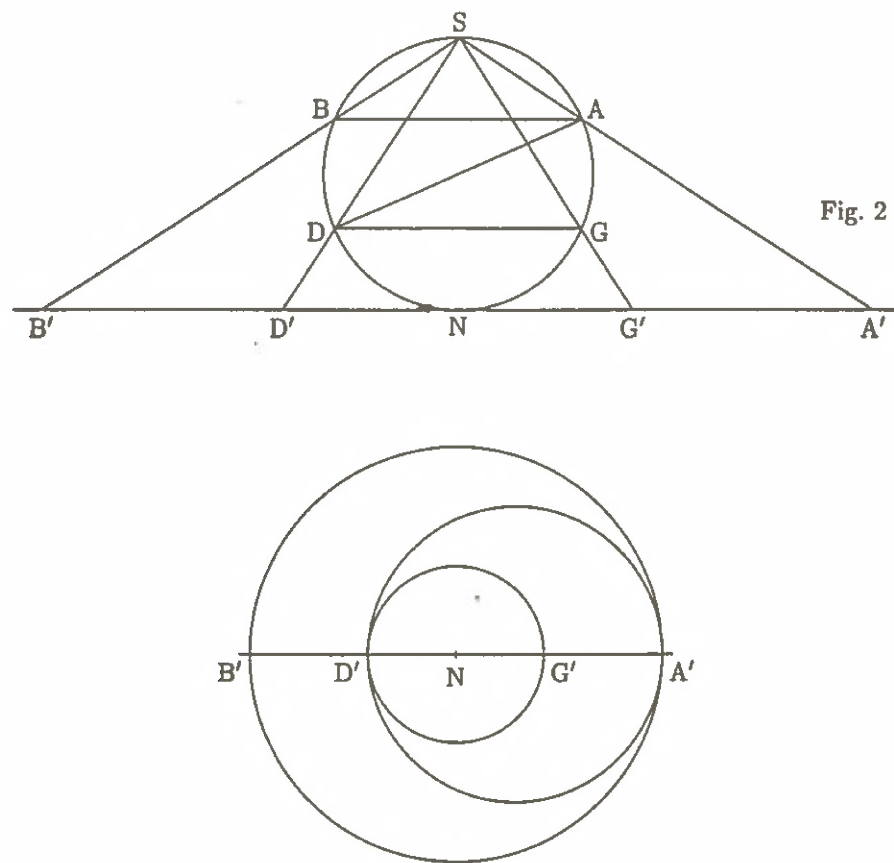


Fig.1

When a circle, great or small, is projected in this way, the image is a circle: this is the fundamental property of stereographic projection. It is the reason why this way of flattening the sphere was so popular, for it is not only mathematically elegant for the theoretician, but practical for the artificer. Fig. 2 shows how a great circle,  $AD$ , such as the zodiac,



is projected. In the sphere circle  $AD$  is tangent to circles  $AB$  and  $GD$ , which are parallel to the equator circle. To draw circle  $A'D'$  in the plane, the image of circle  $AD$  in the sphere, one needs to know its centre and radius, and these are easily determined from the radii of the images of circles  $AB$  and  $GD$ . The same procedure may be used for all circles on the sphere: all that is needed is to find  $NA'$  (in Fig. 2) from  $NA$ , for all values of  $NA$ . Tables may be established to this end.

Of the literature on the astrolabe little has survived from antiquity; and what there is does not concern the construction of the instrument. The fullest treatment is in the treatise of Philoponus (6c. AD), which, after a description of the astrolabe and its inscribed circles, sets forth its uses<sup>1</sup>. In the same tradition are Severus Sebokht, writing in Syriac in the seventh century, and al-Ya'qūbī, writing in Arabic in the ninth. A description by one Synesius (ca. 400 AD) of an astrolabe-like instrument is not clear.<sup>2</sup>

The *Planisphaerium* by Claudius Ptolemy (2c. AD) is the only Greek work on stereographic projection that has come down to us. Unfortunately, the text exists only in an Arabic translation and a Latin translation derived from it<sup>3</sup>. It was translated into Arabic some time before 946, probably "in or around 900"<sup>4</sup>. Much of the latter part of the book is taken up with circles parallel to the zodiac and those through the poles of the zodiac. At least in its present state, it contains no proof of the fundamental theorem of stereographic projection<sup>5</sup>. The *Fihrist* of Ibn al-Nadīm does not mention the Arabic translation, but it lists a commentary on the *Planisphaerium* by Pappus<sup>6</sup>, which seems not to have survived.

The astrolabe was known to the early Islamic astronomers, for al-Fazārī (fl. 8c., second half) is credited in the *Fihrist* with making one<sup>7</sup>; but what theoretical treatments of the instrument were available to them we do not know. Al-Farghānī wrote the first known substantial description of the astrolabe. It was written about the years 856-57 AD, the date of the star table, which was based on the *Mumtaḥan Tables*.

<sup>1</sup>It was edited by H. Hase in 1834. His edition was reproduced, with facing French translation and long introduction, in Philoponus [1981].

<sup>2</sup>See Neugebauer [1949], pp. 248-253, and Vogt and Schramm [1970].

<sup>3</sup>For a facsimile of one of the three known Arabic manuscripts, with English translation and commentary, see C. Anagnostakis [1984]. The Latin translation by Hermann of Carinthia is edited in Ptolemy [1907], pp. 227-259.

<sup>4</sup>Kunitzsch [1994], p. 84.

<sup>5</sup>This appears to be the purpose of a note to the text under the name of Maslama. See Lorch [1995-96].

<sup>6</sup>Ibn al-Nadīm, [1871-72], p. 269.

<sup>7</sup>Ibn al-Nadīm [1871-72], p. 273.



2. *Al-Farghānī*<sup>8</sup>

Little is known of the life of Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr al-Farghānī. He was an astronomer at the court of the Abbasid caliph al-Ma'mūn (reigned 813–833) in Baghdad. Later he was supervisor of the construction of the “Great Nilometer” at al-Fuṣṭāṭ (Old Cairo), which Caliph al-Mutawakkil had ordered. The project was completed in 861, the year the caliph died. It is likely that al-Farghānī wrote the astrolabe treatise when he was in Fuṣṭāṭ, since the examples in it to illustrate mathematical calculations involving the local latitude all use or imply the value 30° for it, a good approximation for the latitude of Cairo<sup>9</sup>. Since al-Mutawakkil had his capital at Samarra – the court had been moved there by al-Mu'tasim in 836 – it is likely that al-Farghānī spent some time there. He was entrusted by Muḥammad and Aḥmad, the sons of Mūsā<sup>10</sup>, with the task of digging the Ja'farī canal, near Samarra. Al-Farghānī's attempt at this project was not a success; but before his failure became apparent from the sinking level of the Tigris, al-Mutawakkil was murdered<sup>11</sup>.

Al-Farghānī probably took part in the turbulent politics of the sons of Mūsā, who had for the philosopher al-Kindī “such an antipathy and deep aversion as turns boys into old men”, as al-Bīrūnī expresses it<sup>12</sup>. Al-Bīrūnī goes on to explain al-Farghānī's vituperation about the melon-shaped astrolabe by his association of the instrument with al-Kindī, for al-Farghānī “expresses at the beginning of his book *al-Kāmil* what can be understood as [meaning] that al-Kindī either was the

<sup>8</sup>Except where an explicit source is quoted, this short account is based on Sezgin, *GAS* V 259–260 and VI 149–151; Sezgin, Editor's Preface in *Al-Farghānī* [1986]; Sabra [1971]; King [1986], item B18, p. 34. Variations in al-Farghānī's name (in particular with Muḥammad for Aḥmad ibn Muḥammad, so that there are two al-Farghānis) are dismissed by Sabra.

<sup>9</sup>This was suggested by F. Charette [1998], p. 2. I am most grateful to Dr. Charette for letting me see this paper before publication.

<sup>10</sup>In referring explicitly to Muḥammad and Aḥmad, and not to the Banū Mūsā (i.e. Muḥammad, Aḥmad and their brother al-Ḥasan), we are copying Ibn Abī Uṣaybi'a, our source. Sabra follows the same practice in his article in the *DSB* [1971].

<sup>11</sup>See Ibn Abī Uṣaybi'a [1882], pp. 207–208, reporting from Aḥmad ibn Yūsuf ibn Ibrāhīm (presumably the tenth-century mathematician), who had the story from Abū Kāmil Shujā' ibn Aslam al-Ḥāsib, the well-known writer on algebra.

<sup>12</sup>In the *Istī'āb al-wujūh al-mumkina fī ṣan'at al-aṣṭurlāb*. See Kennedy-Kunitzsch-Lorch [1999], pp. 184–187.

inventor of this melon-shaped astrolabe or had a preference for it and used it” – a passage unfortunately not in the extant manuscripts of *al-Kāmil*. Al-Farghānī was chosen to direct the canal project although a better engineer, Sanad ibn 'Alī, was available<sup>13</sup>. We may note that the only mathematician al-Farghānī mentions in his astrolabe treatise, apart from Euclid and Ptolemy, is Muḥammad ibn Mūsā – for a minor result used in the proof of the fundamental theorem of stereographic projection (Chapter 1, lines 40–41) and for his judgement of the melon-shaped astrolabe (Chapter 7, lines 62–64).

A likely date of *al-Kāmil*, the treatise edited here, is 225 Yazdijird (856–857 AD), the date of the star table included in it.

Al-Farghānī's most influential work was a 30-chapter summary of Ptolemaic astronomy, *Jawāmi'* ‘ilm al-nujūm wa-uṣūl al-ḥarakāt al-samāwīya (Compendium of the science of the stars and the foundations of the celestial motions), though it also went under many other names. It is extant in numerous manuscripts (Sezgin mentions fourteen<sup>14</sup>) and was printed by Golius with his own Latin translation (Amsterdam, 1669). The Arabic text was twice translated into Latin in the twelfth century, by Johannes Hispalensis and by Gerard of Cremona, and also into Hebrew by Jacob Anatoli, perhaps between 1230 and 1235<sup>15</sup> – the Hebrew being again translated into Latin by Jacob Christmann (printed Frankfurt, 1590). The translation by Johannes Hispalensis was printed in Ferrara in 1493 and, together with the astronomy of al-Battānī, in Nuremberg in 1537. Carmody [1956, 113–15] lists 30 manuscripts, to which Benjamin adds another 46. Clearly, this was a very influential text, particularly in Latin. By contrast, *al-Kāmil* was not so widely known – there were no translations into Latin – but it was influential among Arabic writers on the astrolabe.

The following works are either lost or are known only in fragments: *al-Kalām 'alā ḥisāb al-aqālīm al-sab'a* (Statement on the calculation of the seven climates), of which there is a fragment in the Egyptian National Library<sup>16</sup>; *Kitāb al-rukhāmāt* (Book of sundials), ascribed to him in the *Fihrist*<sup>17</sup>; *Ta'līl li-zīj Muḥammad ibn Mūsā al-*

<sup>13</sup>Ibn Abī Uṣaybi'a, *ibid.*

<sup>14</sup>Sezgin, *GAS* VI, p. 150

<sup>15</sup>Steinschneider [1893], p. 555.

<sup>16</sup>MS Mustafā Fāḍil, mīqāt 194,3, f. 32r, 876H.

<sup>17</sup>Ibn al-Nadīm [1871–72], p. 279.

*Khwārizmī* (the explanation for the *zīj* of Muḥammad ibn Mūsā al-Khwārizmī, mentioned by al-Bīrūnī in his *Istikhrāj al-awtār*<sup>18</sup>); *ʿIlal al-aflāk* (The reasons behind [the motions of] the spheres), of which there is a fragment in *al-Aʿlāq al-naḥḥ* by the late-ninth century geographer Ibn Rustah<sup>19</sup>. An anonymous *Bāb fī maʿrifat al-awqāt allatī yakūn fihā al-qamar sawqa al-arḍ* (Chapter on determining the times in which the Moon will be above the Earth) may also be by al-Farghānī<sup>20</sup>.

### 3. The markings on the astrolabe described by al-Farghānī

On the rete the zodiac, with graduations, and twenty-five fixed stars are marked. On the plate of the "sixth" astrolabe<sup>21</sup> described by al-Farghānī there are: the three parallel circles – the equator and the tropics of Capricorn and Cancer – and the north-south and the east-west lines (vertical and horizontal, respectively); the horizon and almucantars for every 6°; azimuths for every ten degrees; the hour lines for unequal and equal hours; the line of *ʿaṣr* (Muslim afternoon prayer) between the eighth and tenth unequal-hour lines.

Al-Farghānī gives a full treatment of azimuths, although these lines do not appear in the description by Philoponus or on several surviving instruments from the earlier Islamic period, e.g. the oldest dated Arabic astrolabe, made by Naṣṭūlus, of 315/927–28<sup>22</sup>. It is possible that the lines for unequal hours and equal hours were alternatives, though MS T (f. 39r) has a diagram showing both together.

<sup>18</sup>Al-Bīrūnī [1948], pp. 128 and 168.

<sup>19</sup>See Sezgin, *GAS* VI, p. 151. Brockelmann (vol. I, p. 250 – 221 in the original pagination –, and Suppl. I 393) mentions manuscripts for this title.

<sup>20</sup>Muṣṭafā Fāḍil, *miqāt* 194,2, f. 31v. See King, [1986], p. 34.

<sup>21</sup>*suds al-aṣṭurlāb*, elsewhere also called "the *sudsi* astrolabe", a sixth of a complete astrolabe, i.e. one with an almucantar for every six degrees and a graduation every six degrees on the zodiac circle (see Chapter 5, lines 36–38 and 140–141). Cf. Philoponus [1981], pp. 146–147 and 154–155. Al-Farghānī considers azimuths for every ten degrees as suitable for a "sixth" astrolabe. For the various types of astrolabe in this sense – half, third, sixth, etc. –, see Kunitzsch [1993]. An old Arabic text naming these types of astrolabe is in MS B: see Charette-Schmidl, text 5, pp. 53 and 74–75.

<sup>22</sup>This is now in the Kuwait National Museum. For a photograph of the instrument, see Jenkins [1983] p. 39. Of the seven oldest astrolabes noted by King [1994], only one (no. 1.4) has azimuths (on the plates for 34° and 36°). Here and elsewhere two numbers separated by an oblique stroke represent equivalent Muslim and Christian years.

On the back of the instrument, the rim of one of the upper quadrants (the upper left quadrant in the diagrams of CBT<sup>23</sup>) is divided into 90 degrees, marked 1 to 90, and on the rim of the opposite quadrant (lower right) are the markings for the projected shadows. Presumably the construction lines (*ES*, *TSH*, etc. in Fig. 5.6) were erased after use. Al-Farghānī uses these shadow markings in his calculations for the line of *ʿaṣr*<sup>24</sup>. No doubt they were meant for other purposes as well. They are to be found on surviving instruments, some of them relatively early, e.g. on Khafīf's astrolabe (before 300/913)<sup>25</sup>. Both in al-Farghānī's description and in Khafīf's instrument the scale goes from 1 to 45. Mayer gives photographs of astrolabes with shadow scales going to 25. His plate IV, of an instrument made by Muḥammad ibn Abī 'l-Qāsim in 496/1102–1103, shows an instrument with both, the 45-scale carrying the label *al-aṣābi* (digits) and the 25-scale carrying the label *al-aqdām* (feet). We note that al-Farghānī relied on a graphic procedure to find shadow-lengths and did not reduce the procedure to tabulated results.

### 4. The form and style of *al-Kāmil*

Al-Farghānī's treatise is in seven chapters: 1. mathematical preliminaries (including the fundamental theorem of stereographic projection); 2. a discussion of the lines and circles on the astrolabe; 3. the method of calculating the semidiameters and the positions of the centres of the circles; 4. the tables themselves, as calculated by the methods of the previous chapter; 5. and 6. a description of the northern and southern astrolabes; 7. a diatribe against other forms of the instrument.

Throughout the approach is that of a mathematician rather than an artificer. Little information is given on the physical form of the instrument. Thus the pointer on the rete is not mentioned; nor is the way the instrument is put together. Segonds notices similar omissions in Philoponus' text, but explains this by supposing that the readers are assumed to have an astrolabe in their hands<sup>26</sup>. Another omission

<sup>23</sup>Of the very poor diagrams in K one (p. 171) has 18 graduations in the top right quadrant, but no shadow markings, and the other (p. 172) has 15 graduations in each of the two lower quadrants. We have followed CBT.

<sup>24</sup>For a survey of the use of shadows for timekeeping, see King [1990].

<sup>25</sup>Mayer [1956], Plate 1.

<sup>26</sup>Philoponus [1981], p. 25.



in *al-Kāmil* is that the *mater* is never described as containing a set of plates for different latitudes. In fact, the *mater* is mentioned, as *umm*, only in cases in which "plate" would be appropriate (Chap. 5, lines 68–70) and, as *bāṭin*, when describing where the central point of the back of the astrolabe is (Chap. 5, lines 243–244). On the other hand, not all practical details are omitted. Thus, while no indication is given of how big the instrument may conveniently be made, al-Farghānī is careful to specify the relative dimensions of the strips on the rete that hold it together and support the stars; he also stipulates that the rete should be as thick as two plates.

Some old surviving astrolabes have plates for the seven climates. This is true of the *mater* of the instrument that is probably the oldest surviving eastern astrolabe, made by Aḥmad ibn Kamāl, perhaps ca. 800<sup>27</sup>, and of the oldest witness to a western Arabic astrolabe tradition, the drawings in MS Bibliothèque nationale de France, lat. 7412, copied from an instrument made by Khalaf ibn Mu'adh<sup>28</sup>. But in his tables al-Farghānī shows no sign of favouring the climates and gives values for the almucantars and azimuths for latitudes 0° and 15(1)50°.

In general, al-Farghānī's technical vocabulary is the common mathematical language of his time. Perhaps two terms may be noticed here. First, he refers to the east-west line on the instrument as *ufq al-falak al-mustaqīm* (horizon at *sphaera recta*). We may note that Ibn al-Ṣalāḥ uses the term *ufq al-istiwā'* in his treatise on projection<sup>29</sup>; this term is also to be found inscribed on the front of the *mater* of an astrolabe by Ḥāmid ibn 'Alī al-Wāsiṭī dated 343/954–55<sup>30</sup>, showing the projections of twelve horizons. Secondly, al-Farghānī's term for "gnomon", a rod whose shadow is used as a measure of time, is 'ūd.

It is clear from passages in Chapter 3 (lines 107–112, 139–141 and 148–150) that when al-Farghānī is considering right ascensions, he measures both ascension and corresponding longitude from the colure through the beginning of Capricorn and that he has before him ascension tables drawn up with such coordinates. It could well be that the table of ascensions that was transmitted with the text (i.e. Table 2,

<sup>27</sup>Apart from the *mater* the plates have not survived. See King [1994], Section 2, item 1.

<sup>28</sup>Kunitzsch [1998].

<sup>29</sup>See the extract reproduced in Appendix 3.

<sup>30</sup>King [1994], Section 2, item 9a.

below) was substituted for the original at some stage, for it begins, as Ptolemy's does, at an equinox. A table of right ascensions beginning with Capricorn was presented by Al-Battānī in his *zīj*<sup>31</sup>. This tradition can also be traced in Theon of Alexandria<sup>32</sup>. A similar table, calculated to seconds, appears in al-Khwārizmī's *zīj*<sup>33</sup>. We note that the table implied by al-Farghānī has the longitudes, in the first column, counted continuously and not defined by signs and degrees within the signs (as in al-Khwārizmī and al-Battānī).

A curiosity of the text is al-Farghānī's occasional use of letters more than once in a diagram. The most obvious example is in his description of the northern rete, our Fig. 5.1. Here *Z H T K L* all appear in the main diagram, but *Z H T* are also used in a subsidiary diagram showing a rule with divisions drawn on it, which is considered and described at the same time as the main diagram; and later the positions of two stars are indicated by using points *H T K L*. True, one manuscript, T, has different letters here, from the end of the *abjad* alphabet. Though T's readings were accepted for two letters against all the other manuscripts, it seems likely that the copyist of T (or of his exemplar) saw the duplication of *H T K L* and changed them<sup>34</sup>. It is possible that the author considered the main and subsidiary diagrams as separate (despite mixing their descriptions) and intended a new diagram to be drawn when the two stars are treated; but this does not accord completely with the text. In the edition below a compromise is made between explicit indications and hints in the text and the transmitted diagrams.

### 5. Al-Farghānī and his predecessors

In the beginning of Chapter 5 al-Farghānī speaks clearly of his predecessors: he sets out tables with respect to the north pole "following in it the practice of the Ancients" (Chap. 5, lines 7–8) – here the Ancients' choice of the north pole rather than their drawing up tables

<sup>31</sup>Kennedy [1956], p. 33; Battānī [1899–1907], II pp. 61–64; cf. also I 163–164 and lxvii.

<sup>32</sup>*Ibid.*, II xvii; Theon [1822], pp. 148–155.

<sup>33</sup>Kennedy [1956], p. 26; Khwārizmī [1914], p. 171–172; Neugebauer [1962], 104; cf. also *ibid.*, p. 48.

<sup>34</sup>My criterion was principally the preservation of sequences of letters from the *abjad* alphabet.

is probably meant. Further, he describes the plates as "in the way in which the practitioners of this art are still making them"; again, the alidade with sights, the pin and the "horse" are described as being "as they have always been made". But he says in the introduction (lines 14–15) that he has not heard of anyone's putting down a description of the construction of the astrolabe in a book.

Presumably he had not seen the short treatise on the construction of the astrolabe that has been attributed to al-Khwārizmī<sup>35</sup>, which, ironically, shares a manuscript with *al-Kāmil* (our B). The two texts are quite different. For instance, al-Farghānī has azimuths and the other author has not. Again, the shadow markings on the back of the instrument are different: in our Fig. 5.6 *H* is not defined in the same way and in the putative Khwārizmī text the ends of the shadows are not projected onto the circular rim of the instrument<sup>36</sup>. Al-Khwārizmī is reported by the *Fihrist* to have been intimately connected with the *Bayt al-Hikma*, the well-known academy in Baghdad<sup>37</sup>, to which the Banū Mūsā and al-Farghānī also belonged, though not necessarily at the same times. Even if the ascription of the short text to al-Khwārizmī is rejected, some difficulty remains, for Ibn al-Nadīm<sup>38</sup> says he wrote two treatises on the astrolabe, one on the use ('*amal bi'l-aṣṭurlāb*) and one on the construction ('*amal al-aṣṭurlāb*) of the instrument: how did al-Farghānī not hear of them?

It is clear from al-Farghānī's introduction that the astrolabe was well known in his time. We have no reason to doubt that he had no astrolabe literature to refer to and that he worked out a fresh mathematical basis for the instrument from first principles. Whether he was chronologically the first in the field is another matter.

In Chapter 2 al-Farghānī describes not only the projection of circles that normally go into an astrolabe, but also (1) great circles through the points of intersection of horizon and meridian, which he does not mention again, and (2) great circles through the poles of the zodiac, which he mentions again only in passing (Chapter 3, at the beginning of section 4). In the first case we are reminded of the

<sup>35</sup>King [1983a], pp. 23–27. The text has recently been edited by Charette and Schmidl and will shortly appear in print.

<sup>36</sup>Compare Chap. 5, section 8, below, with Charette-Schmidl, p. 39.

<sup>37</sup>Ibn al-Nadīm [1871–72], p. 274, says that al-Khwārizmī was intimately connected (*kāna munqaṭi'an...*) with the *Khizānat al-Hikma* of al-Ma'mūn.

<sup>38</sup>Ibn al-Nadīm, *ibid.*

*horarius* (ὥριαῖος) circles of Ptolemy's *Analemma*<sup>39</sup>, and in the second of Ptolemy's *Planisphaerium*. But neither work is known to have been translated by al-Farghānī's time<sup>40</sup>.

## 6. Al-Farghānī's value for $\epsilon$

The value of the obliquity of the ecliptic accepted by al-Farghānī is not a simple matter. Only a few easily ascertainable facts are presented here, but no firm conclusions. In *al-Kāmil* the value 23;33° is given in the worked examples in the text. On the first occasion (Chap. 3, lines 10–11), he says, "as we found by observation in our time, that is 23°33'". Charette found that the value of  $\epsilon$  underlying Table 2 is the Ptolemaic 23;51°, but he reasonably suggests that al-Farghānī had simply copied this table from an earlier one<sup>41</sup>.

In the fifth of the thirty chapters of his *Jawāmi' 'ilm al-nujūm* he also refers to the obliquity of the ecliptic. In Golius' edition of 1669 and in the translation by Gerard of Cremona he reports Ptolemy's value of the obliquity as 23;51° and the *Mumtaḥan* value as 23;35°<sup>42</sup>. But in the 1537 edition the translation by Johannes Hispalensis gives Ptolemy's value as 24 and the *Mumtaḥan* value as 23;33°.

According to al-Bīrūnī's *Tahdīd*<sup>43</sup>, Yaḥyā ibn Abī Maṣṣūr made observations, at the behest of Caliph al-Ma'mūn, in the year 213H (= 197 Yazdijird) at Shammāsīya (Baghdad). From the maximum and minimum midday altitudes of the Sun he obtained the value  $\epsilon = 23;33^\circ$ . This value he used in his *zīj*. Al-Khwārizmī reported the observations as an eye-witness. However, in the following year, 214H (= 198 Yaz.), different values were found for the two altitudes, which yielded the value

<sup>39</sup>The *horarius* is the circle through the Sun and the north and south points of the horizon. See Gibbs [1976], pp. 109–117; Luckey [1927], pp. 20ff.

<sup>40</sup>We know only that the *Planisphaerium* was translated before its use by Ibrāhīm ibn Sinan ibn Thābit (909–946); see Kunitzsch [1995–96], p. 52. It seems unlikely that the Pappus commentary on the *Planisphaerium* mentioned by Ibn Nadīm [1871–72], p. 269, lines 8–9, was available to al-Farghānī.

<sup>41</sup>Charette [1998], p. 5. For another possibility, that it was substituted for the original, has already been suggested (section 4 above)

<sup>42</sup>Al-Farghānī [1669], p. 18 (also p. 18 in Golius' Latin translation). For the Latin translation by Gerard of Cremona, see MS Paris, Bib. nat. de France, lat. 16202, f. 4v.

<sup>43</sup>See al-Bīrūnī [1962], p. 89ff., and [1967], p. 60ff.; also Kennedy [1973], pp. 20ff. I am indebted to Charette and Schmidl, note 62, for their reference to this passage.



$\epsilon = 21;35$ . Al-Ma'mūn rejected the first value. He also ordered Khālīd ibn 'Abd al-Malik al-Marwarrūdhī to make observations at Damascus. Al-Bīrūnī goes on to record Khālīd's results and those of later observers. Of these we may note the  $23;34,30^\circ$  found by Muḥammad and Aḥmad ibn Mūsā from observations in years 243H (226 Yaz.) and also from observations in year 245H (Yaz. 228); their observations from years 254-255 (Yaz. 237-238) in Baghdad yielded the value  $23;35^\circ$ .

It would appear that al-Farghānī took his value of  $23;33^\circ$  from Yaḥyā ibn Abī Maṣṣūr. Why he preferred it to  $23;35^\circ$  is not clear.

### 7. Observation of al-'ayyūq; value for precession

Apart from the measurement of the midday solar altitudes to find  $\epsilon$ , the only observation claimed by al-Farghānī as his own (in both cases the expression is *wa-huwa 'alā mā wajadnā bi-l-raqad fī zamāninā*, "and it is as we found by observation in our time"<sup>44</sup>) is of al-'ayyūq ( $\alpha$  Aurigae) in year Yazdijird 225 (=856-57 AD): he found the longitude and latitude to be  $5;20^\circ$  and  $22;50^\circ$ . These are the values given in the *Mumtaḥan Tables* with  $15'$  added to the longitude. Accordingly, al-Farghānī finds the position of most of the stars in his list by taking over the *Mumtaḥan* values and adding  $15'$  to the longitude.

Since the date of the observation differs from that of the *Mumtaḥan Tables* by about a quarter of a century, the observation would seem to confirm Ptolemy's value for precession of  $1^\circ$  in 100 years<sup>45</sup>. This is indeed the value favoured by al-Farghānī in the *Jawāmi'*, once attached to Ptolemy's name in Chapter 13<sup>46</sup> and once with no name in Chapter 19<sup>47</sup>. Although he knew the *Mumtaḥan Tables* well enough to take over the star table, he did not so much as mention the *Mumtaḥan* value for precession,  $1^\circ$  in 66 years. This value is clear both from the tables<sup>48</sup> and from al-Šūfī's confirmation<sup>49</sup>; it is the value used by most

<sup>44</sup>Chap. 3, lines 10-11 and 105-106.

<sup>45</sup>This seems not to have been realised by Destombes [1958]. He gives the date of al-Farghānī's star table as 846, apparently deriving it from the *Mumtaḥan* values of precession. See Kunitzsch [2003], p. 348.

<sup>46</sup>Al-Farghānī [1669], p. 49, and [1537], p. 13r.

<sup>47</sup>Al-Farghānī [1669], p. 74, and [1537], p. 19r.

<sup>48</sup>See, e.g., Vernet [1956], p. 203 (513 in the reprint), where he quotes a passage on the motion of apogees.

<sup>49</sup>Al-Šūfī [1954], p. 24f.

astronomers of this early period<sup>50</sup>. It is possible that his observation of al-'ayyūq was guided by a consideration of what it ought to be according to the precessional value of  $1^\circ$  in 100 years – especially as the instruments available to him could scarcely be accurate to a few minutes. Another possibility is that the mention of the observation is a literary convention. If this is the case, then perhaps the observations for the obliquity of the ecliptic and even al-Farghānī's not knowing previous literature on the astrolabe may also be regarded as polite fiction.

### 8. Arithmetic and trigonometry in al-Kāmil

#### Arithmetic

Apart from some addition and subtraction all the arithmetic and trigonometry in *al-Kāmil* is to be found in Chapter 3. With one exception al-Farghānī takes sexagesimal division to as many places in the result as the greater number of places of the dividend and divisor. The exception is the calculation of the important constant  $19;39$ , which he needs for calculating his basic table (Table 1). His reason for approximating in this case was probably to save time in calculating the table, for the results would still be more than accurate enough for an artificer. In Chapter 3, section 6,  $\sqrt{26;12^2 - 22;41^2}$  is found to be  $13;6$ . Since a modern calculation yields  $13;6,41$ , it appears that al-Farghānī has rounded down in this case.

#### Sines

In *al-Kāmil* there is no mention of chords. The trigonometrical functions used are the sine and the versed sine, both with base 60. These functions were taken over from the Hindu mathematicians some generations before al-Farghānī. In the text of the treatise the following values of sines are given (the numbers in brackets being the section and line number of Chapter 3):

$$\sin 66;27^\circ = 55;0,10 \quad (1: 16-17, 118)$$

$$\sin 44;27^\circ = 42;1,1 \quad (1: 119-120)$$

$$\sin 111;37^\circ = 55;46,49 \quad (4: 121-122)$$

<sup>50</sup>Al-Battānī claimed to have obtained it by observation. See Battānī [1899-1907], I, p. 124.



$$\sin 60^\circ = 51;57,42 \quad (6: 259-260, 261-262)$$

To these we may add Versin  $16;27^\circ = 36;1,37$ , which implies

$$\sin 23;33^\circ = 23;58,23$$

All these, except  $\sin 44;27^\circ$  and  $\sin 111;37^\circ$ , are obtainable from Ptolemy's table of chords by using the entry in the difference column in the interpolation and rounding the second sexagesimal fractional place in the modern way. The value of  $\sin 111;37^\circ$  thus obtained in Ptolemy's table is  $55;46,48,12$ . Similarly,  $\sin 44;27^\circ$  comes out as  $\frac{1}{2} \cdot 84;2,3$ . The value  $42;1,1$  given by al-Farghānī for the sine may be explained either by a rounding down (and al-Farghānī was not consistent with his rounding – see below) or by supposing that in Ptolemy's table the chord of  $88\frac{1}{2}^\circ$  was not  $83;44,5^P$ , but  $83;44,4^{P51}$ . We may note that Ḥabash al-Ḥāsib (fl. late 9c.) in the sine table of his *zīj*, which was probably taken from a chord table<sup>52</sup>, probably Ptolemy's, has  $\sin 44\frac{1}{4}^\circ = 41;52,2,0$ , which implies that chord  $88\frac{1}{2}^\circ = 83;44,4$ . Further, all the values of al-Farghānī's inverse sines,

$$\sin^{-1} 41;25,53 = 43;40^\circ \quad (4: 127)$$

$$\sin^{-1} 9;39,59 = 9;16,16^\circ \quad (4: 137-8)$$

$$\sin^{-1} 45;0,1 = 48;35^\circ \quad (6: 264-265)$$

could have been found from Ptolemy's table without any error. It is possible, therefore, that al-Farghānī used Ptolemy's chord table, maybe converted to sines as Ḥabash's was, since by this hypothesis only one value in eight is inaccurate and that by one sexagesimal second. This hypothesis is confirmed by an analysis of Table 1 (section 8 below).

### Spherical trigonometry

For computation in spherical astronomy al-Farghānī uses Menelaus' theorem twice (Chapter 3, lines 95–98 and 129–131), when finding the declination and *mediatio* of a star. Here he was copying Ptolemy,

<sup>51</sup>Heiberg has  $83;41,4$ , but this should be emended to  $83;44,5$  (the value used in the modern calculation). See Toomer [1984], p. 58; Glowatzki and Göttsche [1976], p. 65; and Toomer's review of the latter [1977], p. 22.

<sup>52</sup>It is tabulated for every  $\frac{1}{4}^\circ$  of arc and the only values in the third sexagesimal fractional place of the sines are 0 and 30 (with only two exceptions, 15 and 45, in the 360 entries) – an indication that each sine had been calculated by halving something, presumably a chord, given to two sexagesimal fractional places.

as he said, evidently making a reference to *Almagest* VIII 5. In his calculation of azimuths, however, he uses the so-called Rule of Four Quantities (Chapter 3, lines 257–258). This is not so very remarkable, since Ptolemy's first application of Menelaus' theorem, to find the declination of a point on the ecliptic, is tantamount to a statement of the rule<sup>53</sup>.

### The tables

For an analysis of the tables the reader is referred to the work of Charette<sup>54</sup>. Only a few remarks will be added here. After some initial tries, Charette reached the conclusion (as did the present writer) that the sine table underlying Table 1 was a sine table with sines in parts, minutes and seconds. With this hypothetical sine table he removed most of the errors of Table 1 shown up by modern recomputation. High values of the argument (here called  $\theta$ ) yield values of the result that are sensitive to slight variation in the values of the sines used to work them out. Of the last four entries the use of the hypothetical sine table produces an error only in the result for  $\theta = 178$ . The use of Ptolemy's chord table (or Ḥabash's sine table, which appears to reproduce a chord table – see above) yields perfect results if variable rounding is applied (in every case the rounding is of  $30'''$ , to make an extra  $1''$  or  $0''$ : if the result is rounded down in the second fractional sexagesimal place for  $\theta = 176$  and  $179$ <sup>55</sup> and up for  $\theta = 177$ . Since al-Farghānī's practice in rounding  $30''$  in Table 4 appears to obey no law and we may suppose that the same may be said of whoever compiled the sine table used by al-Farghānī, the suggestion is here made that al-Farghānī used a sine table based on a chord table, probably Ptolemy's.

Table 2 has already been discussed (see sections 4 and 6 above). For the star table (Table 3) the reader is referred to the commentary placed after the table itself in the translation below. In Table 4 each entry is calculated by halving the sum or difference of two values in Table 1. Thus there is frequent necessity for rounding  $\frac{1}{2}'$ . The "hours" for each latitude, i.e. the hours of maximum daylight, correspond to  $\epsilon = 23;51^{o56}$ .

<sup>53</sup>See Lorch [2001], pp. 395–397.

<sup>54</sup>Charette [1998],

<sup>55</sup>In this case Ḥabash's value for the sine is the one that produces the result in the table.

<sup>56</sup>See Charette [1998], p. 7.

## 9. Two texts based on al-Kāmil

## 1. An anonymous summary (Ikhtisār) in a Tunis manuscript

An anonymous text in 14 folios in the Bibliothèque Nationale de Tunisie, MS 12983, presents an abbreviation of al-Farghānī's treatise. It consists mostly of cut-and-dried formulae. On ff. 9v–10r it gives the date 681/1282–3 for a star table and explicitly attributes the precessional value of  $1^\circ$  in  $70\frac{1}{4}$  years to Ibn Yūnus.

## 2. Al-Bakhāniqī's extension of al-Kāmil

In MS Dublin, Chester Beatty 4090, there is a "Book of the completion of the construction of the astrolabe" by the erudite sheikh Shams al-Dīn Aḥmad ibn Muḥammad al-Azharī al-Bakhāniqī. The author says in the introduction that he wanted to complete al-Farghānī's treatise, which only considered geographical latitudes of  $0^\circ$  and  $15(1)50^\circ$ . In the tables after the text he indeed gives values of the various quantities for all latitudes. Most of his text is, like the summary considered above, taken up with brief formulae.

Al-Bakhāniqī compiled these tables for Abū Ḥaṣṣ 'Umar, the vizier and *qādī* of al-Mujāhid, the Rasulid Sultan of the Yemen (r. 721–764/1321–1363)<sup>57</sup>.

## 10. The manuscripts

*Al-Kāmil* is to be found in the following manuscripts, listed in the order of citing them in the apparatus to the text, with their sigla.

- C Berlin, Staatsbibliothek, Landberg 58, 60 ff. (Ahlwardt 5791), 778/1376–77.  
 B Berlin, Staatsbibliothek, Landberg 56, ff. 1v–77r (Ahlwardt 5790), ca. 900/1495.  
 T Tehran, Majlis 6412, ff. 2r–48v, beginning (only f. 1v?) missing, 8c./14c..

<sup>57</sup>See King [1983], pp. 34–35. King reads "Abū Ja'far", not "Abū Ḥaṣṣ".

- S Tehran, Sipahsālār 702, 144 pp., ?12c./18c<sup>58</sup>.  
 D Berlin, Staatsbibliothek, or. quart. 99, 37ff. (Ahlwardt 5792), 783/1381–82 (Tables in Chap. 4 to Chap. 7 only; Table 2, on ascensions, missing).  
 M Meshhed, Ridā 392 (old no.: 5593), pp. 128–156, 867/1462–63 (see below); ends just short of the tables in Chapter 4.  
 L London, British Library, Or. 5479, ff. 37v–85r (old foliation: 33v–75r), 13c./19c.  
 K Kastamonu, Halk Kütüphanesi 794/4, pp. 89–170 (two or more hands).  
 P Paris, Bibliothèque nationale de France, ar. 2546, ff. 52v–91r, 1107/1695–96.

There are further fragments<sup>59</sup>, which have not been used in the edition.

## Related material in the codices

In B, following *al-Kāmil*, there are some shorter texts on the astrolabe and other instruments, for which see above, section 5<sup>60</sup>. Ff. 61v–66r of MS T contain an acephalous copy of Ibn al-Ṣalāḥ's treatise on projection (Part I, Prop. 13 to the end); and in ff. 49v–60v there is a text on the instrument *dhāt al-shu'batayn*. L has several items of related interest: Abū 'l-Ṣalt on the astrolabe (ff. 2r–36v), Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī on the linear astrolabe (ff. 86r–104v) and 'Alī ibn 'Isā on the horizons plate (*al-āfāqīya*) (ff. 105r–107v). M and Meshhed 393 (old number 5521) were originally one volume; all fourteen items in the two manuscripts are mathematical, but there is no further astrolabe

<sup>58</sup>The colophon is dated to the last day of Rabī' I, 653 [=13 April, 1255], but since the writing seems much more recent, the colophon was probably copied with the text. On the titlepage there is a notice that the manuscript came into the library of 'Alīqulī Mīrā on the last day of Rābī' I, 1276 [27 October 1859].

<sup>59</sup>King [1986], item B18 on p. 34, col. 1, mentions the following fragments in the Egyptian National Library in Cairo: Dār al-Kutub, miqāt 103, ff. 29v–56v, ca. 750H [date in another text, f. 72r: 675H], from Chap. 1, line 15, to the tables in Chap. 4; Dār al-Kutub, miqāt 106, ff. 13r–33v, ca. 1200H, some tables only; falak wa-riyāda 3815,6, 183r–198r, ca. 1100H; Dār al-Kutub, miqāt, 644,3, Table 1 only. Brockelmann (I p. 250 – 221 in original pagination) gives, under the title *k. 'Amal al-asṭurlāb*, Rāmpūr I, 42,64b, and under *Gadwal al-Fargānī*, Patna II, 336,2520,8. The last item may well be some or all of the tables in *al-Kāmil*.

<sup>60</sup>See King [1983a], p. 45. For editions of these texts, with commentary, see Charette-Schmidl.



material<sup>61</sup>. Much of the first 51 folios of MS P is taken up with instruments, *inter alia* quadrants, and astronomical tables (some of them unfilled).

### 11. Editorial conventions

The edition has been established from CBTSD, readings from the other manuscripts being recorded only in problematical passages. For a brief section edited from all manuscripts, the reader is referred to Chapter 1.

The apparatus contains manuscript readings that deviate from the edited text. The abbreviations used in the apparatus are the conventional Latin abbreviations (e.g. *tr.* = "transposuit"). A second apparatus is used for deliberate additions and marginal notes that are comments and not just omitted text.

Angle-brackets <> contain words that are considered to be in the original text, but do not appear in the manuscripts; square brackets [ ] contain words, e.g. proposition numbers, added for convenience by the editor. In the translation, square brackets contain words added by the translator to facilitate understanding; round brackets ( ) are part of the normal punctuation.

In the Arabic text, the orthography of *hamza* and of the *alif maqṣūra* and the writing of numbers have been silently corrected. Trivial differences in pointing, e.g. *yakūn* for *takūn*, are not reported.

The diagrams are drawn mostly to accord with the text. Some features have been taken over from the extant diagrams, preference normally being given to MS C<sup>62</sup>.

For the tables S has not been used because of difficulties with reading the copy available and the relatively low value that S-readings have in the rest of the text. Of the remaining manuscripts CD and BT form two groups in the transmission of the tables. Since there

<sup>61</sup>For a detailed list of contents, see Toomer [1976], pp. 26–31. The date 867H is on the first page, originally the last, of MS 393.

<sup>62</sup>For special difficulties of the diagrams with letters used twice, see above, last paragraph in section 4.

are many places where the CD reading and the BT reading cannot reasonably be explained as scribal mistakes in copying one from the other, it appears that CD are the representatives of one original and BT of another. Accordingly, it makes no sense – it does not bring us to the ancestor of CBDT – to mix CD and BT readings. Since, by comparison with recalculated values, CD is much better than BT, it was decided to reconstruct the original of CD; the BT original can be deduced from the apparatus, if desired. Thus CD readings are always preferred to those of BT, except where BT is closer to the calculated value and the CD reading could be understood as a scribal error in copying that of BT. Readings in the apparatus that are closer to the recalculated values than those accepted in the text are marked by an asterisk, \*.

### 12. Mathematical symbols

The notation usual in English mathematical textbooks is used here, e.g.  $\therefore$  = "therefore",  $\because$  = "since",  $\widehat{ABG}$  = "angle ABG",  $\hat{B}$  = "angle B",  $\widehat{AB}$  = "arc AB",  $\triangle$  = "triangle",  $\parallel$  = "is parallel to",  $\perp$  = "is perpendicular to",  $\sim$  (of triangles) = "is similar to",  $\sim$  (of quantities) means the positive difference. To these we may add  $\odot$  = "circle",  $Cd$  = "chord".

$\theta = \alpha(\beta)\gamma$  means that  $\theta$  takes the value of  $\alpha$  and then is increased in steps of  $\beta$  until it reaches  $\gamma$ .

The medieval Arabic *jayb* is represented by "Sin". In a circle of radius  $r$ ,  $\text{Sin } AB = r \sin AB$ .

A horizontal line over a quantity indicates the complement of the quantity; thus  $\bar{\delta}$  means  $90^\circ - \delta$ .

Al-Farghānī

On the Astrolabe

Arabic Text and English Translation

بسم الله الرحمن الرحيم وبه أستعين

الحمد لله رب العالمين كثيراً وصلى الله على محمد النبي وعلى آله وسلم كثيراً

قال أحمد بن محمد بن كثير الفرغاني إن المتقدمين من العلماء بحساب النجوم  
إنما أدركوا علم حركات الفلك وما يعرض فيه بالمواظبة على النظر والقياس  
وكان أكثر ما استدلووا به من آلات المقاييس الآلة التي تسمى ذات الحلق 5  
وكانوا عملوها على ما تبين لهم من هيئة الفلك في استدارة حركاته  
وخاصة الحركتين الأوليين أعنى حركة الفلك الأعظم المدير للأفلاك كلها من  
المشرق إلى المغرب وحركة الفلك المائل التي للكواكب كلها من المغرب إلى  
المشرق وهذا الفلك هو فلك البروج وقطباه يدوران على قطبي الفلك الأعظم  
والعلة في صحة ما استدلووا به من هذه الآلة واضحة لأهل المعرفة بالهندسة 10  
ورأيانهم عملوا الآلة التي تسمى الأسطرلاب مبطحة على غير خلقه الفلك  
استدلووا بها على كثير من حركات الفلك واختلاف الليل والنهار في أقاليم  
الارض وأجروا الأمر في صنعها والقياس بها على ما يلزم معه الحاجة إلى  
معرفة العلة في هيئتها وصحة دلالتها ولم يبلغنا أن أحداً منهم بين ذلك ولا  
رسمه في كتاب فكان استعمال الناس إياها على جهة التقليد لهم وإن ما 15

om. C [الحمد... كثيراً] 2 C ثقتي [أستعين] 1 lin. 1-30: v. append. ad textum S [بسم] 1  
سطح، B، مبطحة [مبطحة] 11 B قطب [قطبي] 9 om. B [وحركة... المشرق] 8-9 C وبخاصة [وخاصة] 7  
C واحدوا [وأجروا] 13

In the name of God, the Merciful, the Compassionate. With Him I seek help.

Praise to God, Lord of the Worlds, abundantly. May God bless the Prophet Muḥammad and his family and give [him] peace abundantly.

Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr al-Farghānī said: the former scholars of mathematical astronomy [*hisāb al-nujūm*] reached the understanding of the motions of the sphere<sup>1</sup> and what appears in it by perseverance in theory [*naẓar*] and observation [*qiyās*]. The observational instrument with which they achieved most was the instrument that is called the armillary sphere [*dhāt al-ḥalaq*]. They made it according to what was clear to them of the form of the sphere in the circularity of its motions and especially the two principal motions, i.e. the motion of the greatest sphere, which turns all the spheres from east to west, and the motion of the oblique sphere, which belongs to all the planets, from west to east – this sphere is the sphere of the signs and its poles rotate about the poles of the greatest sphere. The reason for the correctness of what they achieved with this instrument is plain to those versed in geometry. We have seen that they [also] made the instrument, called the astrolabe, flat [*mubattāḥ*], different from the shape of the sphere. With it they found [the explanation of] much of the motions of the sphere and the difference of night and day in the climates of the Earth. In constructing it and observing with it they proceeded according to what is required by the need to understand the reason for what it looks like and the correctness of what it shows. It has not reached us that any of them explained that or laid it down in a book. People's use of it was by way of following their [*sc. the former scholars*] tradition.

<sup>1</sup> *falak*. In this introduction the word *kura* occurs only in the combination *kurat al-falak*, which is translated as "sphere of the heavens".



يخرج بها من حركات الفلك موافق لما يخرج بآلة ذات الحلق وما يخرج أيضاً  
 بالحساب وإن لم يكن في ذلك برهان على صحتها ولا دليل على علتها فكان  
 ما ذكرنا من اشتباه الأمر فيها مما دعا عدة ممن يوصف بالعلم في زماننا إلى  
 أن زعموا أنها ليست بمعمولة على الحقيقة وتوهموا أن يكون المبتدئ لصنعتها  
 اعتسف عملها على غير صحة ولا يقين فوضعوا بقدر بلوغ المعرفة في ذلك  
 20 سبيلاً يدلون بها على صنعة الأسطرلاب على ما يصح عليه عندهم على  
 خلاف ما لم يزل يعمل عليه ظناً وتخيلاً فلذلك وضعنا كتاباً جامعاً نيين فيه  
 صحة ما عمله الأولون من هيئة الأسطرلاب ووجه العلة فيها وحقيقة دلالتها  
 واستخراج مقادير جميع الدوائر التي تتشكل في الأسطرلاب عن كرة الفلك  
 25 وصفة تخطيطها فيها لجميع نواحي الأرض وإبطال كل ما خالف من هيئة عملها  
 الوجه الذي عمل عليه القدماء ونأتى على كل باب من ذلك بدلائل واضحة  
 وبرهانات هندسية في اختصار من البوصف وإيجاز من القول وبقدر ما  
 يستطيع فهمه المتوسط في العلم بالهندسة وحساب النجوم وإن احتجنا في  
 شيء مما تدل عليه إلى استشهاد شيء مما وضعه العلماء في كتبهم أمرناه  
 صفحا فقط وجعلنا ما رسمنا في كتابنا هذا لحسن التقدير في سبعة أنواع ،  
 30 النوع الأول في تقديم أشكال هندسية يستدل بها على علة هيئة الأسطرلاب،

hic أن 19 B بمعمول [بمعمولة على الحقيقة 19 B ادعى 18 C منها 18 B وكان 17 B  
 BT وعلى 21 T supra 21 B إلى 21 T على 21 T بصنعتها 19 T incipit  
 BT عمل 23 T كتابنا هذا C كتابنا [كتاباً 22 T تظناً 22 C بقنا وتخيلاً 22  
 بالوجه 26 C علمها 25 BT add. جميع 25 B من 25 B على 24 B  
 om. [فهمه 28 T وبرهانات 27 B دليل واضح 26 B بدلائل واضحة 26 B  
 B لخبس 30 B وضموه 29 om. B إلى 29 T supra والحساب 28 C  
 om. C [علة 31 T etc. pro his formulis 31 A النوع الأول 31

The motions of the sphere that are obtained by it are consistent with what is obtained by the armillary sphere and also [with] what is obtained by calculation, though there is in that no proof of its correctness and no evidence of its theoretical basis. The dubiousness of the matter in it that we have mentioned induced a number [of people] renowned in our time for knowledge to maintain that it cannot be made according to reality; they imagined that the one who undertook to make it made it at random, not strictly correct and not [based on] safe knowledge. They laid down a method as far as they understood the matter, leading to the making of the astrolabe according to what they thought to be right, contrary to its still being made according to supposition and imagination. So I wrote a comprehensive book in which I demonstrate the correctness of the form of the astrolabe as made by the Ancients [*al-awwalūn*], its theoretical basis, the truth of what it shows, the obtaining of the sizes of all the circles that are formed on the astrolabe to replace the sphere of the heavens, the description of their construction on it for all regions of the Earth, the refutation of everything in the form of its construction which contradicts the way in which the Ancients [*al-qudamā*] proceeded. We shall accomplish each chapter of that with clear demonstrations and geometrical proofs in an abbreviated form of description, in few words, and in such a way that one of middle standing in the science of geometry and mathematical astronomy can understand it. If I need, in something that it shows [i.e. some astronomical phenomenon shown by the astrolabe], to have recourse to the testimony of something laid down by the scholars in their books, I only pass over it superficially. For a good distribution of what I have laid down in this book of mine, I have divided it into seven chapters: the First Chapter, on setting out geometrical propositions leading to the rationale of the form of the astrolabe;

النوع الثاني في تعيين علة هيئة الأسطرلاب وأن جميع ما يتشكل في كرة  
 الفلك من الدوائر فإنه يتشكل في سطح الأسطرلاب دوائر وخطوطاً  
 مستقيمة ، النوع الثالث في معرفة استخراج مقادير الدوائر التي تقع في  
 سطح السطرلاب ومواضع مراكزها بالحساب ، النوع الرابع في وضع مقادير  
 35 الدوائر وأقسامها ومواضع مراكزها لجميع الأقاليم في الجداول ، النوع الخامس  
 في صفة تخطيط الأسطرلاب على ما لم يزل يعمل عليه من جهة القطب  
 الشمالي ، النوع السادس في صفة تخطيط الأسطرلاب على جهة القطب  
 الجنوبي ، النوع السابع في أن جميع ما يتوهم من هيئة تخطيط الأسطرلاب  
 40 مخالفاً لما وصفناه غير ممكن في العمل ولا صحيح في القياس .

### النوع الأول

في تقديم أشكال هندسية يستدل بها على علة هيئة الأسطرلاب

[1] فلنبتدئ في تقديم أشكال عظيمة المنفعة في صناعة الهندسة  
 فنخط دائرة  $ABGD$  ونخرج قطرها  $AG$  ونجيز على نقطة  $A$  خط  $هز$   
 يماس الدائرة ونخرج في الدائرة وتر  $بح$  كيف ما وقع ونخرج خطي  $جب$   
 5  $حج$  وننفذهما على استقامة إلى خط  $زه$  فيقطعانه على نقطتي  $ك ط$  ،

om. C [مقادير... ومواضع 35-36 om. T [معرفة 34 BC وخطوطاً 33 om. CBS [هيئة 32  
 في [من 39 om. C [صفة 37 BTS أقاليم الأرض [الأقاليم 36 BS مركزها [مراكزها 36  
 om. CBS [يستدل... الأسطرلاب 2 BK هندسة [هندسية 2 T وضما BS وصفنا [وصفناه 40 C  
 الأسطرلاب [الهندسة 3 C عظيم [عظيمة 3 add. S هندسية [أشكال 3 M, om. TLK, lac. P [علة 2  
 supra T [في الدائرة 5 B و [هز 4 add. supra T عليه [خط 4 S فرسم B فتجد [فخط 4 S  
 S نقطة [نقطتي 6

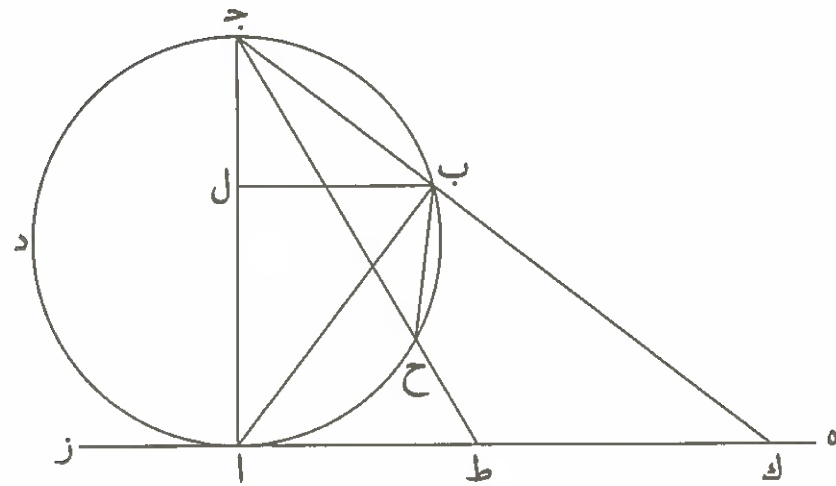
the Second Chapter, on the demonstration of the theoretical basis of the form of the astrolabe and that all the circles formed on the sphere of the heavens are formed in the plane of the astrolabe as circles and straight lines; the Third Chapter, on knowing how to obtain by calculation the quantities of the circles that occur in the plane of the astrolabe and the positions of their centres; the Fourth Chapter, on establishing in tables the quantities of the circles and their divisions and the places of their centres for all the climates; the Fifth Chapter, on the manner of delineating the astrolabe as it is always made, with respect to the north pole; the Sixth Chapter, on the manner of delineating of the astrolabe with respect to the south pole; the Seventh Chapter, on [the assertion] that all that is imagined of the form of delineating the astrolabe different from what we describe is not possible in practice and not correct in [its] application.

### Chapter 1

*On presenting geometrical propositions, from which conclusions can be drawn on the rationale of the form of the astrolabe*

[1] Let us begin by presenting propositions of great usefulness in the art of geometry. We describe circle  $ABGD$  and draw its diameter, on which are  $A G$ ; through point  $A$  we pass line  $EZ$  tangent to the circle; in the circle we draw chord  $BH$ , however it falls; we draw lines  $GB HG$  and produce them in a straight line to line  $ZE$  to cut it at points  $K T$ .

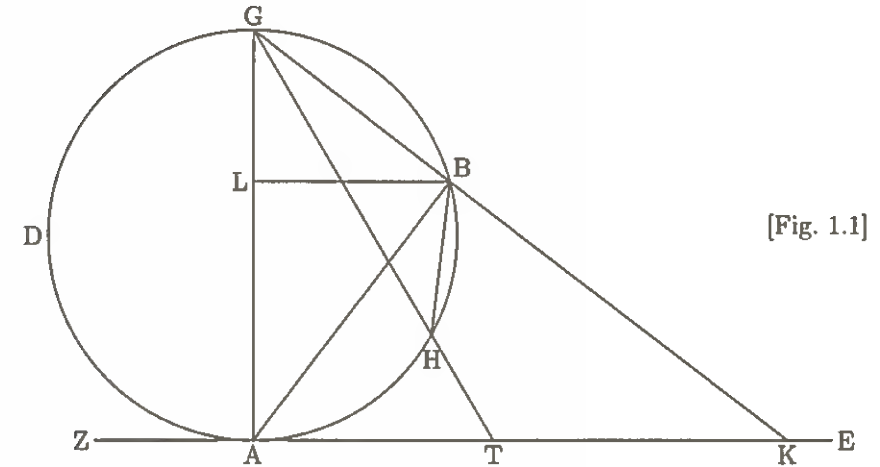
فأقول إن مثلث ج ك ط يشبه مثلث ج ح ب وزاوية ط ك ج مثل زاوية  
ج ح ب وزاوية ل ط ج مثل زاوية ح ب ج .



برهان ذلك أن نخرج من نقطة ب عموداً إلى قطر أج عليه ب ل  
ونخرج خط أب فزاوية أب ج قائمة لأنها على قطر الدائرة وقد أخرج منها  
10 إلى قطر أج عمود ب ل فمثلثا أب ل ب ج متشابهان ويشبهان لمثلث أب ج  
فزاوية ل ب ج مساوية لزاوية ب أ ج ولكن زاوية ل ب ج مساوية لزاوية الك ج  
لأن خطي الك ل ب متوازيان فزاوية الك ج مساوية لزاوية ب أ ج وزاوية  
ب أ ج مساوية لزاوية ب ح ج لأنهما على قاعدة واحدة فزاوية الك ج مساوية  
لزاوية ب ح ج وزاوية ب ج ح مشتركة فتبقى زاوية ح ب ج مساوية لزاوية  
15 ك ط ج وذلك ما أردنا أن نبين .

في نصف [ على قطر 10 B د ] ب ل 9 BS إلى قطر أج عموداً [ عموداً إلى قطر أج 9 S ] أن 9  
C أب ج [ 1 ب ج 12 K مساويان ML, ومثابيان om. BSP, 11 ويشبهان 11 عموداً [ عموداً 11 B  
12 C أب ج [ 1 ب ج 12 S مساوٍ [ 2 مساوية 12 C أب ج [ 2 ل ب ج 12 C ب ل ج [ 12 ب أ ج 12  
15 om. C [ 13 B ] marg. B [ فتبقى 15

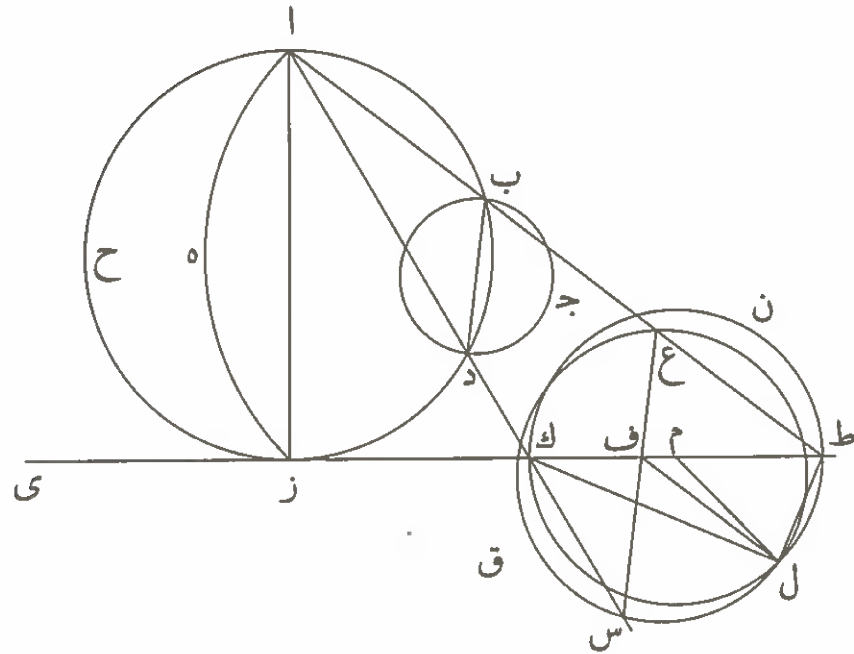
I say: triangle  $GKT$  is similar to triangle  $GHB$ , angle  $TKG$  is equal to angle  $GHB$  and angle  $KTG$  is equal to angle  $HBG$ .



[Fig. 1.1]

*Proof:* from point  $B$  we draw a perpendicular to diameter  $AG$ , on which are  $B L$ ; we draw line  $AB$ , and so angle  $ABG$  is right, because it is on the diameter of the circle. From it perpendicular  $BL$  has been drawn to diameter  $AG$ . Therefore triangles  $ABL$   $LBG$  are mutually similar and similar to triangle  $ABG$ . Therefore angle  $LBG$  is equal to angle  $BAG$ . But angle  $LBG$  is equal to angle  $AKG$ , since lines  $AK$   $LB$  are parallel. Therefore angle  $AKG$  is equal to angle  $BAG$ . And angle  $BAG$  is equal to angle  $BHG$ , since they are on the same base. Therefore angle  $AKG$  is equal to angle  $BHG$ . And angle  $BGH$  is common: therefore there remains angle  $HBG$  equal to angle  $KTG$ . Q.E.D.

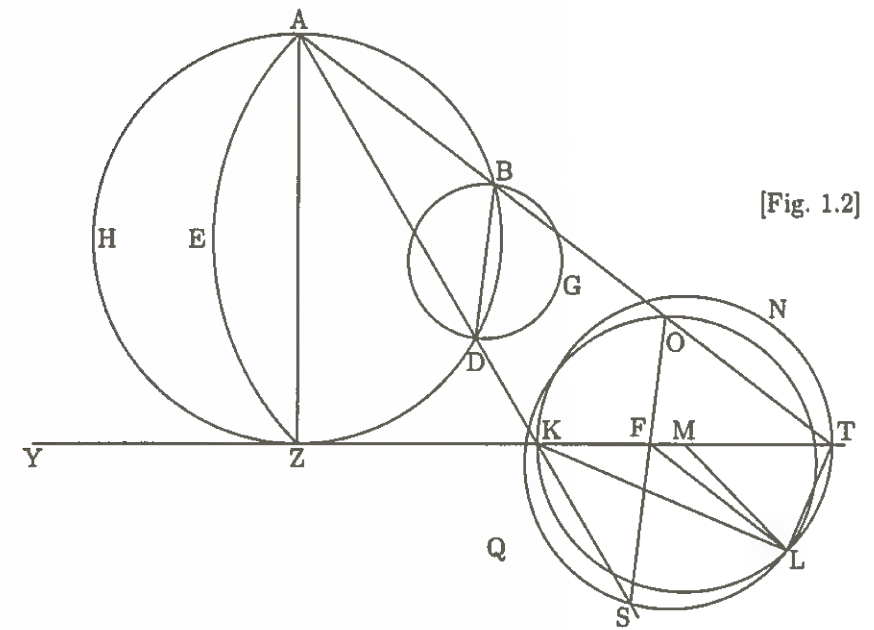
[2] وإذا قدمنا هذا الشكل فلنبين أن كل مخروط قاعدته دائرة تحيط به كرة ويخرج قطر الكرة من نقطة رأس المخروط ثم يقام على نقطة طرف القطر المقابلة لنقطة رأس المخروط سطح يماس الكرة ويخرج سطح المخروط على استقامة حتى يفصل السطح المماس للكرة فإن فصله المشترك دائرة .



مثال ذلك مخروط  $\overline{ABGD}$  قاعدته دائرة  $\overline{BGD}$  وقطرها  $\overline{BD}$  ورأس المخروط نقطة  $\overline{A}$  تحيط به كرة  $\overline{ABZHE}$  وقد أخرج من نقطة رأس المخروط قطر الكرة عليه  $\overline{AZ}$  وأقيم على نقطة  $\overline{Z}$  سطح مستقيم الخطوط يماس الكرة عليه  $\overline{PQY}$  وأخرج سطح المخروط الذي يبتدئ من نقطة  $\overline{A}$  وينتهي إلى

repet. C القطر 19 add. et del. T استقام عليه المخروط 18 T بأن أن 17 K وإذا SL فإذا 17  
 22 B om. 22 A om. S 22 نقطة 22 C [أبجد] 21 سطح [فصله] 20  
 به [يبتدئ] 24 S طرفى B ملن [طقي] 24 C سطحاً 23 SM أبزح T, add. C

[2] Now that we have set out this proposition, let us prove that [for] every cone whose base is a circle contained by a sphere, [if] the diameter of the sphere is drawn from the apex-point of the cone, and then at the end-point of the diameter opposite to the apex-point of the cone a plane is extended tangent to the sphere, and the surface of the cone is extended in continuation [*alā istiḳāma*] until it cuts the surface tangent to the sphere, then the common section is a circle.



[Fig. 1.2]

*Example<sup>2</sup>*: cone  $\overline{ABGD}$ , whose base is circle  $\overline{BGD}$  (whose diameter is  $\overline{BD}$ ) and the apex of the cone is point  $\overline{A}$ , [and the cone] is contained by sphere  $\overline{ABZHE}$ . From the apex-point of the cone the diameter of the sphere is drawn, on which are  $\overline{AZ}$ . Tangent to the sphere at point  $\overline{Z}$  a rectilinear plane is erected, on which are  $\overline{TQY}$ . The surface of the cone, which begins at point  $\overline{A}$  and ends at

<sup>2</sup>The reader may find the diagram in the mathematical summary more convenient.



25 قاعدة بجد على استقامة إلى سطح طقى فصار فصلهما المشترك خط  
لـ طـن ، فأقول إن خط لـ طـن يحيط بدائرة .

برهان ذلك أن يصير سطح دائرة أبـ زح يفصل كل واحد من الكرة  
والمخروط بنصفين ونخرجه على استقامة إلى سطح طقى فدائرة أبـ زح  
هى الفصل المشترك للكرة والسطح الذى يفصلها وقطرها وقطر الكرة خط آـ ز  
ومثلث أبـ د هو الفصل المشترك للمخروط والسطح الذى يفصله وخط طـى  
30 هو الفصل المشترك لسطح طقى والسطح الذى يفصله وخط طـك هو  
الفصل المشترك لسطح لـ طـن والسطح الذى يفصله وتبين أن خط أبـ هو  
أقصر الخطوط التى تخرج من نقطة آـ إلى قاعدة بجد وخط آـ د هو أطولها  
وعلى هذا المثال يفصل كل مخروط فى كرة حتى يكون هذان الخطان من  
المخروط فى السطح الذى يفصل المخروط ونقسم خط طـك بنصفين على  
35 نقطة مـ ونخرج من نقطة مـ خطاً إلى أى موضع شئنا من خط لـ طـن  
ويتبين أنه مثل خط لـ م فلنخرج خط مـ ل وخطى لـ طـ وخط طـ ز ونخرج سطح  
المخروط والسطح الذى يفصل السطوح جميعاً على استقامة وتتوهم سطح  
سـ لـ ع يفصل سطح لـ طـن الذى يفصل المخروط والمخروط على نقطة لـ  
ويوازي دائرة بجد فتبين أن سطح سـ لـ ع دائرة على ما بين محمد بن  
40

للسطح [والسطح] 29 S استقامته [استقامة] 28 S يقدر ان B يقدر [يصير] 27 B طقى [طقى] 25  
B أبـ د 30 P فقطر, SL, om. [وقطر] 29 KP om. [يفصلها] 29 S يفصلها [يفصلها] 29 B  
B آـ د 33 B om. [نقطة] 33 T in textu, الذى, marg., التى 33 S وسين, CLKP, وبين [ويتبين] 32  
ومحمله [ويتبين أنه] 37 T ونبن [ويتبين] 37 T marg. [خطاً] 36 C om. [نقطة] 36 C طـك [طـك] 35  
B BSKP, om. [والمخروط] 39 C add. ان [وتوهم] 38 C والمخط [والسطح] 38 supra T [خط] 37 B  
S بين [بين] 40 M فالمخروط, CL, marg. T,

base *BGD*, is extended in continuation to plane *TQY*, their common section becomes *KLTN*. I say: line *KLTN* contains a circle.

*Proof:* the plane of circle *ABZH* comes to bisect both the sphere and the cone. We extend it in continuation to plane *TQY*. Therefore circle *ABZH* is the common section of the sphere and the plane that cuts it, and its diameter and the diameter of the sphere is line *AZ*; triangle *ABD* is the common section of the cone and the plane that cuts it; line *TY* is the common section of plane *TQY* and the plane that cuts it; and line *TK* is the common section of plane *KLTN* and the plane that cuts it. It is clear that line *AB* is the shortest of the lines that emerge from point *A* to base *BGD* and line *AD* is the longest of them. In this way every cone in a sphere is cut so that these two lines from the cone are in the plane cutting the cone. We bisect line *TK* at point *M*, and from point *M* we draw a line to any place we want on line *KLTN* – it will become clear that it is equal to line *KM*. Let us draw line *ML*<sup>3</sup> and lines *KL* *LT*. We extend in continuation the surface of the cone and the plane that cuts all the planes. We imagine plane *SLO* [1] cutting plane *KLTN*, which cuts the cone, [2] [cutting] the cone at point *L* and [3] parallel to circle *BGD*. So it is clear that surface *SLO* is a circle, as Muḥammad ibn

<sup>3</sup> *L* is the "any place" on line *KLTN*.



موسى فى كتابه فى الكرة وليكن خط س ع هو الفصل المشترك لدائرة س ل ع  
 وسطح ا ر ط الذى يفصل الأشكال جميعاً ويقطع خط ك ط على نقطة ف  
 ولكن سطح ا ر ط يفصل سطحى دائرتى ب ج د س ل ع وهما متوازيان وفى  
 مخروط واحد وخطا س ع د ب هما الفصلان المشتركان وخط د ب هو قطر  
 45 دائرة ب ج د فخط س ع قطر دائرة س ل ع فسطحا ك ل ط ن وس ل ع  
 يتفاصلان على نقطة ل وهما جميعاً قائمان على سطح ا ر ط على زاوية قائمة  
 على خطى س ع ط ك ففصلهما المشترك عمود على سطح ا ر ط على ما بين  
 أوقليدس وهو خط ل ف وزاوية ا ر ط قائمة من أجل أن خط ا ز عمود على  
 سطح ط ق ي المماس فهو يحيط مع كل خط يخرج من نقطة ز فى سطح  
 ط ق ي بزاوية قائمة وقد بينا فيما تقدم أن زاوية ز ط ا مثل زاوية  
 50 ا د ب وزاوية ا د ب مثل زاوية ا س ع فزاوية ا س ع مثل زاوية ز ط ا وزاوية  
 ك ف س مثل زاوية ط ف ع وبقيت زاوية ط ع ف مثل زاوية س ك ف فمثلاً  
 س ف ك ف ط ع متشابهان فضرب ك ف فى ف ط مثل ضرب س ف فى  
 ف ع ولكن ضرب س ف فى ف ع مثل ضرب ل ف فى مثله لأن خط ل ف

المخروط [مخروط 44 T فى [وفى 43 BTSLP متوازيان [متوازيان 43 BTKP وليكن CSML] ولكن 43  
 [نقطة ل 46 S القطر لدائرة [قطر دائرة 44-45 B رب 44 S القطران [الفصلان 44 C  
 كل [ل ف 48 L أوقليس TSP أوقليس B أوقليس 48 C ا ط [ا ر ط 46 S نقطتى ل ط  
 CB وهو TMLKP [فهو 49 B ا ن [ا ز 48 B om. [قائمة 48 S om. [زاوية ... قائمة 48-50 B  
 ط ع ف supra ق ط ع [ط ع ف 52 B ا ر ب [ا د ب 51 B ا ر ب [ا د ب 51 B ز ط [ز ط 50  
 marg., T 52 ف ط supra T مثله [ف ط 53 B ومثلاً [ف ط 52

add. T بن شاكى موسى 41

add. in فى السطح (sic) التاسع عشرين من المقالة الحادى عشر من كتابه infra S بط من ما [أوقليدس 48  
 add. M فى كتابه

add. S لكونهما متقابلين [ط ف ع 52

Mūsā<sup>4</sup> proved in his book on the sphere. Let line  $SO$  be the common section of circle  $SLO$  and plane  $AZT$ , which cuts all the figures, and it intersects line  $KT$  at point  $F$ . But plane  $AZT$  cuts the planes of circles  $BGD$   $SLO$ , which are parallel and in one cone. Lines  $SO$   $DB$  are the common sections and line  $DB$  is the diameter of circle  $BGD$ . Therefore line  $SO$  is the diameter of circle  $SLO$ . Therefore planes  $KLTN$  and  $SLO$  cut each other at point  $L$  and they both stand on plane  $AZT$  at a right angle on lines  $SO$   $TK$ . Therefore their common section is perpendicular to plane  $AZT$ , as Euclid<sup>5</sup> proved, and it is line  $LF$ . Angle  $AZT$  is right, since line  $AZ$  is perpendicular to the tangent plane  $TQY$ , and therefore with every line emerging from point  $Z$  in plane  $TQY$  it contains a right angle. We have already proved in the preceding that angle  $ZTA$  is equal to angle  $ADB$ . Angle  $ADB$  is equal to angle  $ASO$ . Therefore angle  $ASO$  is equal to angle  $ZTA$  and angle  $KFS$  is equal to angle  $TFO$ <sup>6</sup>. There remains angle  $TOF$  equal to angle  $SKF$ . Therefore triangles  $SFK$   $FTO$  are similar. So the multiplication of  $KF$  by  $FT$  is equal to the multiplication of  $SF$  by  $FO$ . But the multiplication of  $SF$  by  $FO$  is equal to the multiplication of  $LF$  by itself, because line  $LF$

<sup>4</sup> "Ibn Shākir" add. P.

<sup>5</sup> S infra and P in textu give the reference: XI 19.

<sup>6</sup> "because they are opposite each other" add. S

عمود على خط  $س ع$  و  $س ع$  قطر دائرة  $س ل ع$  ف ضرب  $ل ف$  في  $ف ط$  مثل  
 55 ضرب  $ل ف$  في مثله فتبين أن زاوية  $ل ك ل ط$  قائمة وقد قسم قطر  $ل ط$   
 بنصفين على نقطة  $م$  وأخرج من نقطة  $م$  خط  $م ل$  فخط  $م ل$  مساو لكل  
 واحد من خطي  $ل ك م ط$  وبهذا التدبير تبين أن كل خط يخرج من نقطة  $م$   
 إلى أي موضع من خط  $ل ك ل ط$  فإنه مساو لكل واحد من خطي  $ل ك م ط$   
 60 فخط  $ل ك ل ط$  محيط بدائرة قطرها  $ل ط$  ومركزها نقطة  $م$  وذلك ما أردنا أن  
 نبين .

[3] وإذا قد وضع ما قدمنا من شكل المخروط فقد بقي أن نبين أن  
 الخط الذي يخرج من نقطة رأس المخروط ويمر على مركز قاعدته في الكرة  
 فإنه لا يمر على مركز دائرة الفصل المشترك في السطح المماس للكرة على  
 نقطة  $ز$  ولنعد الصورة ونقسم قطر قاعدة المخروط في الكرة بنصفين على  
 65 نقطة  $د$  ونخرج من نقطة  $أ$  خط  $أ د$  وننفذه إلى خط  $ط ك$  حتى يقع على  
 نقطة  $هـ$  وتعلم حيث قطع خط  $أ هـ$  الدائرة نقطة  $م$  فخط  $ج ب$  قسم بنصفين  
 على نقطة  $د$  وقد أخرج من نقطة  $أ$  خط  $أ د$  ينتهي إلى الخط ولا يمر على

M مساو، S فتساوى، B مساوى | فخط  $م ل$  مساو 57 om. S 57 نقطة 57 B فتبين، C ومن | فتبين 56  
 add. BTSMLK, P in corr. 59 أخرج | موضع 59 om. C 59 ... من خط 58-59 T وهذا | وبهذا 58  
 CP: | وإذا 62 KP لخط  $ل ك م$  | لكل واحد ...  $م ط$  59 BS يساوى كل | مساو لكل 59 KP فهو | فإنه 59  
 marg. T | يقع على 66 add. C دائرة | أعلى 64 C خرج | يخرج 63 K وإذا S، فإذا BTML، فإذا  
 C ألف | أ 68 C خرج | أخرج 68 om. BSM 67 خط 67

add. P مساو لكل واحد من خطي  $ل ك م ط$  | ل  $ل ك ل ط$  60

add. B ante واعلم أنه يكون بين الدائرتين الكبار أقل من هذا البعد فتكون الدائرة الصغيرة أضيق مما هي وإذا 62  
 مثال ذلك المخروط  $أ ب ج$  رأسه نقطة  $أ$  يحيط به كرة  $أ ب ج$ ، مثال ذلك مخروط  $أ ب ج$  [2] على ... الكرة 64-65  
 S وقطر دائرة المخروط خط  $ب ج$  وتنقسم  $ب ج$

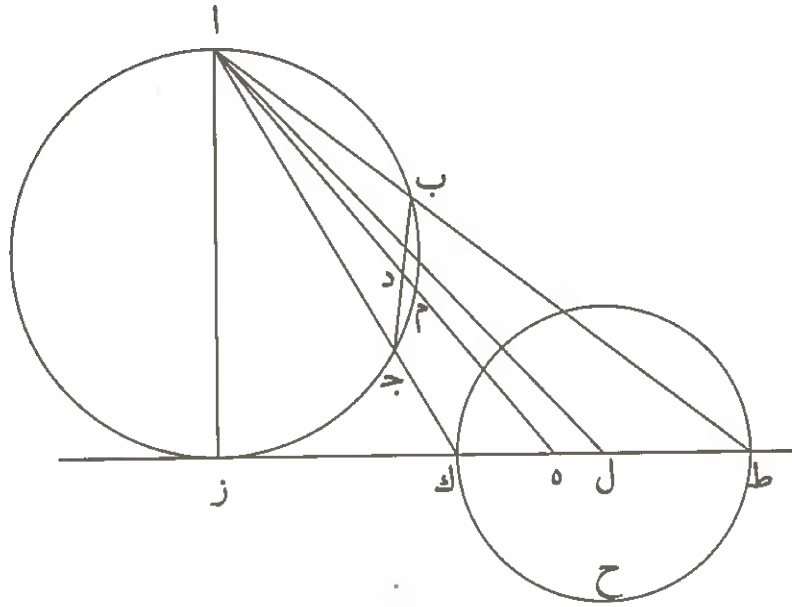
is perpendicular to line  $SO$  and  $SO$  is the diameter of circle  $SLO$ . Therefore the multiplication of  $KF$  by  $FT$  is equal to the multiplication of  $LF$  by itself. Therefore it is clear that angle  $KLT$  is right. Diameter  $KT$  has been bisected at point  $M$ . From point  $M$  a line  $ML$  is drawn. So line  $ML$  is equal to each of lines  $KM$   $MT$ . Through this procedure it is clear that each line emerging from point  $M$  to any place on line  $KLTN$  is therefore equal to each of lines  $KM$   $MT$ . Therefore line  $KLTN$  is the circumference of a circle whose diameter is  $KT$  and whose centre is point  $M$ . Q.E.D.

[3]<sup>7</sup> Since what we have set out of the proposition of the cone has become clear, there remains for us to prove that the line emerging from the apex-point of the cone and passing through the centre of its base in the sphere does not pass through the centre of the circle of the common section in the plane tangent to the sphere at<sup>8</sup> point  $Z$ . Let us repeat the diagram. Let us bisect the diameter of the base of the cone in the sphere at point  $D$ . From point  $A$  we draw line  $AD$  and produce it to line  $TK$ , so that it falls on point  $E$ . Where line  $EA$  cuts the circle we mark point  $M$ . Line  $GB$  is bisected at point  $D$ . From point  $A$  line  $AD$  has been drawn, ending at the line and not passing through

<sup>7</sup> "Know that there is between the two great circles [a distance] less than this distance; so the small circle is narrower than it [is]" add. B before this proposition. No doubt this sentence was originally a marginal gloss on the previous theorem, but the meaning is unclear.

<sup>8</sup> For "at point  $Z$  ... sphere", S has: "Example: the cone is  $ABG$ , its apex point  $A$ , it is contained by sphere  $ABG$  and the diameter of the circle [sic] of the cone is line  $BG$ . We bisect  $BG$ "; B has only: "Example: cone  $ABG$ ".

مركز الدائرة فـقوس جـم أصغر من قوس مـب فزاوية جـام أصغر من زاوية  
مـاب فنفصل من زاوية مـاب مع خط أب زاوية بـال مثل زاوية جـام ، 70  
فأقول إن نقطة لـ من خط طـك مركز دائرة كـح طـ .



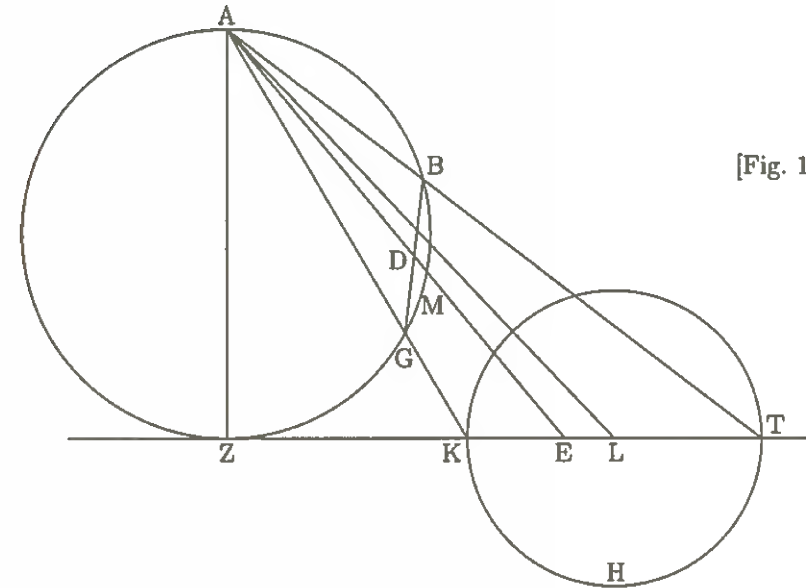
برهان ذلك أن زاوية طـال مثل زاوية جـاد وزاوية لـطـا مثل زاوية  
دـجا وبقيت زاوية جـدا مثل زاوية الـطـ فمثلثا الـطـ ادـج متشابهان فنسبة  
جـا إلى اطـ كنسبة جـد إلى طـل وقد بينا فيما قدمنا أن نسبة جـا إلى اطـ  
كنسبة بـج إلى طـك فنسبة جـد إلى طـل كنسبة بـج إلى طـك وإذا بدلنا 75

ومثلثا [فمثلثا] 73 om. C | وزاوية ... دجا 72-73 B جاب [جـاد] 72 C جاد [جـام] 70 S لب [اب] 70  
om. C | كنسبة بـج إلى طـك 75 BC كنسبة [فنسبة] 75 CL, marg. T تقدم [قدمنا] 74 C  
C واد [وإذا] 75

add. marg. T أي دائرة الكرة [الدائرة] 69

add. S من تشابه مثلثي أبـجـأطـى في الشكل الأول [قدمنا] 74

the centre of the circle<sup>9</sup>. Therefore arc  $GM$  is smaller than arc  $MB$ .  
Therefore angle  $GAM$  is smaller than angle  $MAB$ . From angle  $MAB$   
– [lying] along line  $AB$  – we cut off angle  $BAL$  equal to angle  $GAM$ . I  
say: point  $L$  of line  $TK$  is the centre of circle  $KHT$ .



[Fig. 1.3]

*Proof:* angle  $TAL$  is equal to angle  $GAD$  and angle  $LTA$  is equal  
to angle  $DGA$ : there remains angle  $GDA$  equal to angle  $ALT$ . Therefore  
triangles  $ALT$   $ADG$  are similar. Therefore the ratio of  $GA$  to  $AT$  is  
as the ratio of  $GD$  to  $TL$ . In the preceding we have proved<sup>10</sup> that the  
ratio of  $GA$  to  $AT$  is as the ratio of  $BG$  to  $TK$ . Therefore the ratio of  
 $GD$  to  $TL$  is as the ratio of  $BG$  to  $TK$ . Then, *alternando*,

<sup>9</sup> "I.e. the circle of the sphere" marg. T. This sentence (and possibly the previous  
one) may be a superfluous insertion or it could be a statement of the proposition  
with reference to the diagram.

<sup>10</sup> "From the similarity of triangles  $ABG$   $ATY$  in the first proposition [or in the  
first figure]" add. S.

فنسبة دج إلى جب كنسبة ل ط إلى ط ك وجد نصف خط ب ج فطال  
نصف خط ط ك وط ك هو قطر دائرة ط ح ك فخط آ د الذي خرج من نقطة  
رأس المخروط ومز على مركز قاعدته في الكرة قطع قطر ط ك على نقطة هـ  
على غير المركز وذلك ما أردنا أن نبين .

### النوع الثاني

في تبين علة هيئة الأسطرلاب وأن جميع ما يتشكل في كرة الفلك

من الدوائر فإنه يتشكل في سطح الأسطرلاب دوائر وخطوطاً مستقيمة

فإذ قد وضع ما قدمنا من هذه الاشكال فقد سهل علينا طلب البرهان على  
أن جميع ما يتشكل من الدوائر في كرة الفلك فإنه يتشكل في سطح  
الأسطرلاب دوائر خلا الدوائر العظام التي تتقاطع في كرة الفلك على  
القطبين فإنها تتشكل في سطح الأسطرلاب خطوطاً مستقيمة، وأقول قولاً  
جامعاً إنه إذا فرضت دائرة في صفيحة الأسطرلاب لمدار جزء من أجزاء الفلك  
مواز لمعدل النهار فإن جميع ما يقع في كرة الفلك فيما بين القطب الشمالي  
ومدار ذلك الجزء فإنه يقع في صفيحة الأسطرلاب وما كان فيما بين مدار  
ذلك الجزء وبين القطب الجنوبي فإنه لا يقع في صفيحة الأسطرلاب فما كان

فمنع: TMKP: قطع 78 C ومن 78 SL يخرج 77 C و ط ل 76 om. S خط 76  
B وعلى 79 add. S فهو 78 C ط ل 78 om. T قطر 78 L تقطع S، يقطع B، فقطع C،  
على 1 في 2 add. T وهذه صورتها 79 add. B برهان 79 add. T في السطح المركز 79  
C، من دوائر في صفيحة 8 T وإذ 4 CB وخطوط وخطوطاً 3 T بين 2 add. et del. S  
add. C عليه يقع 9 BS بمدار CT: مدار 8 T (supra صفيحة) في سطح

add. S يمر على أول الجدي 9 النهار

the ratio of  $DG$  to  $GB$  is as the ratio of  $LT$  to  $TK$ .  $GD$  is half of line  $BG$ : therefore  $TL$  is half of line  $TK$ .  $TK$  is the diameter of circle  $THK$ . Therefore line  $AD$ , which emerges from the apex-point of the cone and passes through the centre of its base in the sphere, cuts diameter  $TK$  at point  $E$ , not at the centre. Q.E.D.

### Chapter 2

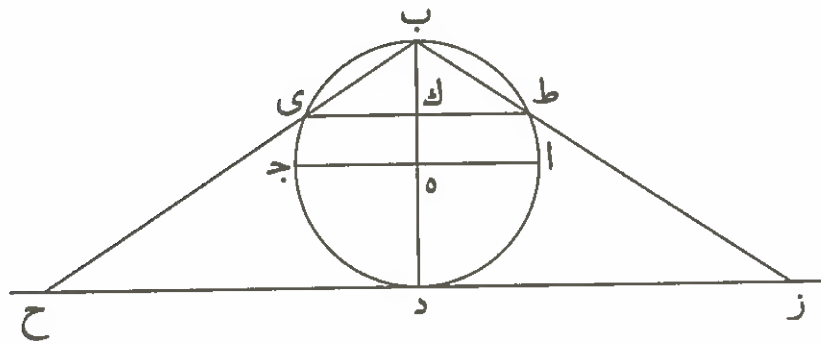
*On the demonstration of the rationale of the form of the astrolabe and that all the circles that are formed on the sphere of the heavens are formed in the plane of the astrolabe as circles and straight lines*

Now that what we have set out of these propositions has become plain, it is easy for us to look for the proof that all the circles that are formed in the sphere of the heavens are formed in the plane of the astrolabe as circles, except the great circles that intersect on the sphere of the heavens at the poles; they are formed in the plane of the sphere as straight lines. *I say*, to sum up, that when a circle on the astrolabe plate is supposed as the course of one of the degrees [*juz'*] of the sphere [*falak*] parallel to the equator<sup>11</sup>, all that occurs in the sphere of the heavens between the north pole and the course of that degree occurs [likewise] in the astrolabe plate; and what is between the course of that degree and the south pole does not occur in the astrolabe plate. The

<sup>11</sup>Here the circle that is projected into the outermost circle of the astrolabe plate is meant. In the northern astrolabe this is normally the course of the first degree of Capricorn. — "going through the first point of Capricorn" add. S.



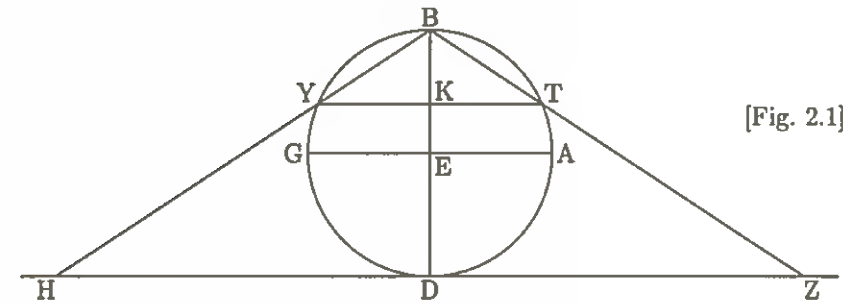
فيما بين القطب الشمالي ومدار ذلك الجزء من دوائر تامة فإنه يتشكل في سطح الأسطرلاب دوائر تامة وما انقطع منها في كرة الفلك بمدار ذلك الجزء انقطع في سطح الأسطرلاب بالدائرة المحيطة بالصفحة بحيث انقطع في كرة الفلك إذا كانت الأسطرلاب معمولة على القطب الشمالي فإذا كانت على 15 القطب الجنوبي كان على عكس ما ذكرنا ولكن نقدم البرهان على ما وصفنا في باب باب ثم نتبع ذلك باستخراج الحساب .



فلنخط دائرة فلك نصف النهار عليها  $\overline{AB}$   $\overline{JD}$  على مركزه ونخرج قطريها يتقاطعان على زاوية قائمة ونجعل نقطة  $\overline{B}$  القطب الجنوبي ونقطة  $\overline{D}$  القطب الشمالي فيكون خط  $\overline{AJ}$  قطر دائرة معدل النهار ولتوهم سطحاً 20 مستقيم المخطوط يماس دائرة  $\overline{ABJD}$  على نقطة  $\overline{D}$  ونخرج في السطح خط  $\overline{ZDH}$  فتوهم الدائرة المخطوطة على مركز  $\overline{D}$  وبعده  $\overline{DH}$  وقائمة على سطح فلك نصف النهار على زاوية قائمة هي سطح الأسطرلاب ونريد أن نبين كيف يتشكل فيها جميع ما يمكن رسمه مما في كرة الفلك .

S بالدوائر [دوائر] 13 CBT فانها تتشكل [فإنه يتشكل] 12 C دائرة [دوائر] 12 om. C [فيما] 12  
إذ [إذا] 15 add. BS هذا [الفلك] 15 BS من [في] 14 S بالدوائر [بالدائرة] 14 C فمدار [بمدار] 13  
T زوايا [زاوية] 19 C فلتخطط [فلنخطط] 18 om. B [في] 16 add. S معمولة [كانت] 15 C  
om. BS [مما] 24 T زوايا [زاوية] 23 T قائمة [وقائمة] 22 T رد [زده] 22 B أبج [أبجد] 21

complete circles between the north pole and the course of that degree are formed in the plane of the astrolabe as complete circles; and those of them that are severed [*inqaṭa'a*] on the sphere of the heavens by the course of that degree are severed in the plane of the astrolabe by the circle embracing the plate (just as they are severed on the sphere of the heavens) – when the astrolabe is constructed with respect to the north pole. When it is [constructed] with respect to the south pole, it is the opposite of what we mentioned. But we shall set out the proof of what we described item by item. That is followed [in Chapter 3] by devising the calculation.



[Fig. 2.1]

Let us describe the circle of the meridian, on which are  $A B G D$ , about centre  $E$  and draw its two diameters intersecting at a right angle. We make point  $B$  the south pole and point  $D$  the north pole; and so line  $AG$  is the diameter of the equator circle. We imagine a rectilinear [i.e. one contained by straight lines] plane tangent to circle  $ABGD$  at point  $D$ . In the plane we draw line  $ZDH$  and we imagine the circle described about centre  $D$  and with distance  $DH$ , standing on the meridian plane at a right angle – it is the plane of the astrolabe. We want to show how all that can be drawn of what is in the sphere of the heavens is formed on it [sc. the astrolabe plate].



[1] فبين أولاً أن الدوائر العظام التي تتقاطع على قطبي معدل النهار  
تتشكل في سطح الأسطرلاب خطوطاً مستقيمة.

برهان ذلك أنه إذا أثبتت نقطة  $\bar{B}$  من خط  $\bar{B}\bar{D}$  وأدير خط  $\bar{B}\bar{D}$  على  
دائرة  $\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$  فإنه يمر في سطح الأسطرلاب على خط  $\bar{C}\bar{Z}$  ويعرف ذلك  
بوجه آخر، إن سطح دائرة  $\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$  إذا أخرج على استقامة إلى سطح  
الأسطرلاب حتى يفصله فإن فصلهما المشترك خط مستقيم وكذلك نبين أن  
جميع الدوائر العظام التي تتقاطع على قطبي كرة الفلك وهي دوائر أنصاف  
النهار والليل تتشكل في سطح الأسطرلاب خطوطاً مستقيمة وتتقاطع جميعاً  
على نقطة  $\bar{D}$ .

ونخرج أيضاً من نقطة  $\bar{B}$  إلى نقطتي  $\bar{Z}$   $\bar{H}$  خطي  $\bar{B}\bar{Z}$   $\bar{B}\bar{H}$  يقطعان  
دائرة فلك نصف النهار على نقطتي  $\bar{T}$   $\bar{Y}$  ويبين أن قوس  $\bar{A}\bar{T}$  مساوية لقوس  
جى ونخرج خط  $\bar{T}\bar{Y}$  يقطع خط  $\bar{B}\bar{D}$  على نقطة  $\bar{K}$  على زاوية قائمة  
فالدائرة المخطوطة على مركز  $\bar{K}$  ويبعد  $\bar{K}\bar{D}$  موازية لمعدل النهار فالمخروط  
الذي قاعدته هذه الدائرة ورأسه نقطة  $\bar{B}$  قد أخرج سطحه على استقامة

$\bar{B}$  بر 1  $\bar{B}\bar{D}$  27 C أثبت 27 C خطوط 26 خطوطاً 26 T كرة الفلك; C الفلك | معدل النهار 25  
B خرج 29 add. S وهو 29 B  $\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$  28 add. S على 27 وأدير 27 B  
C في 33 C تتقاطع 32 C خطوط 32 C فصلها 30 C على 29 إلى 29  
ونبين 35 C  $\bar{B}\bar{D}$  34  $\bar{B}\bar{Z}$  34  $\bar{B}\bar{Z}$  34  $\bar{B}\bar{Z}$  34  $\bar{B}\bar{Z}$  34  $\bar{B}\bar{Z}$  34  $\bar{B}\bar{Z}$  34  
التي 38 C فالدوائر 37 om. C 2 خط 36 C ومحس  $\bar{T}$  36  $\bar{T}$  في 36 BS,  
C الدوائر 38 C الدوائر 38 C الدوائر 38 C الدوائر 38 C الدوائر 38 C

34 add. B وخطا در دح متساويان |  $\bar{C}$  34

34 add. S (وخطى corr. ex خطا) وخطا در دح متساويان خطا  $\bar{B}\bar{Z}$   $\bar{B}\bar{H}$  |  $\bar{C}$  34

[1] We show first that the great circles that intersect at the poles of the equator are formed in the plane of the astrolabe as straight lines.

*Proof:* When point  $B$  of line  $BD$  is fixed and line  $BD$  is rotated around circle  $ABGD$ , it passes in the plane of the astrolabe through line  $HZ$ . That is known in another way: when the plane of circle  $ABGD$  is produced rectilinearly to the plane of the astrolabe so that it cuts it, then their common section is a straight line. Similarly we show that all the great circles that intersect at the poles of the sphere of the heavens, which are meridian circles [*dawā'ir anṣāf al-nahār wa 'l-layl*], are formed as straight lines, and they all intersect at  $D$ .

From point  $B$  to points  $Z H$  we also draw lines  $BZ BH^{12}$ , cutting the circle of the meridian at points  $T Y$ . It is clear that arc  $AT$  is equal to arc  $GY$ . We draw line  $TY$  cutting line  $BD$  at point  $K$  at a right angle. Therefore the circle described about centre  $K$  and with distance  $KT$  is parallel to the equator. The surface of the cone whose base is this circle and whose apex is point  $B$  is produced rectilinearly

<sup>12</sup> "lines  $DZ DH$  being equal, therefore lines  $BZ BH$ " add. S; "and lines  $DZ DH$  are equal" add. B (in the wrong place, after "points  $Z H$ ").

إلى السطح المماس للقطب الشمالى وهو سطح الأسطرلاب ففصلهما المشترك  
 40 دائرة مركزها نقطة  $\bar{D}$  من أجل أن الدائرتين متوازيتان فإذا أثبتنا نقطة  $\bar{B}$  من  
 خط  $\bar{BZ}$  وأدركنا خط  $\bar{BZ}$  على الدائرة المخطوطة على خط  $\bar{TY}$  حتى يعود  
 إلى موضعه فإنه يمر على دائرة صفيحة الأسطرلاب أعنى الدائرة المخطوطة  
 على قطر  $\bar{ZC}$  ونبين أن أجزاء الفلك التى تقطع مداراتها فلك نصف النهار  
 فيما بين نقطتي  $\bar{D}$   $\bar{T}$  فإنها تقع فى سطح دائرة الأسطرلاب التى قطرها  $\bar{ZC}$   
 45 وما كان مداره يقطع فلك نصف النهار فيما بين نقطتي  $\bar{T}$   $\bar{B}$  فإنه لا يقع فى  
 سطح دائرة الأسطرلاب وقد تبين أيضاً أنه لا يمكن أن نرسم القطب  
 الجنوبى فى سطح الأسطرلاب المعمول على القطب الشمالى لأن السطحين  
 المماسين للكرة على قطبي  $\bar{D}$   $\bar{B}$  متوازيان لا يمكن أن يلتقيا ومع هذا فإن  
 القطبين ثابتان غير متحركين وكل ما وقع فى سطح الأسطرلاب خارجاً عن  
 50 قطبه فمتحرك فليس يمكن أن يقع القطبان جميعاً فى الأسطرلاب .

[2] وإذا قد وضح ما قدمنا فلنبين كيف تتشكل دائرة فلك البروج  
 فى سطح الأسطرلاب فنعيد الصورة ونجعل قوس  $\bar{AT}$  مساوية لأجزاء ميل  
 فلك البروج عن فلك معدل النهار فتكون نقطة  $\bar{T}$  موضع رأس الجدى  
 وتكون دائرة الصفيحة المخطوطة على قطر  $\bar{DZ}$  لمدارات الأجزاء التى فيما بين

supra غ بى; B; B; C; D [2]  $\bar{BZ}$  41 C واخذنا [وأدركنا] 41 infra T غ بى; CS;  $\bar{D}$  [1]  $\bar{BZ}$  41  
 BS وكلما [وكل ما] 49 om. BS [فى سطح ... الشمالى] 47 supra T بينا غ [تبين] 46 C [د] 44 T  
 فلنبتدى [فلنبين] 51 S قد بينا [قدمنا] 51 S قطب [قطب] 50 C يقع B in textu, قطع supra B, [وقع] 49  
 add. T  $\bar{D}$  ويعد [قطر] 54 B illeg.  $\bar{T}$  53 om. T [فلك] 53 B الفلك الذى للبروج [فلك البروج] 51 C

add. T وكذلك القطب الشمالى لا يمكن أن يرسم فى سطح الأسطرلاب المعمول على القطب الجنوبى [الشمالى] 47  
 add. T وذلك ما أردنا أن نبين [الأسطرلاب] 50

to the plane tangent to the north pole, which is the plane of the astrolabe: their common section is a circle whose centre is point  $D$ . Because the two circles are parallel, when we fix point  $B$  of line  $BZ$  and rotate line  $BZ$  around the circle described on line  $TY$  until it returns to its [original] position, it passes through the [maximum] circle of the astrolabe plate, i.e. the circle described on diameter  $ZH$ . We show that the degrees of the circle [*falak*] whose courses [*madarāt*] cut the meridian circle between points  $D$   $T$  fall on the plane of the circle of the astrolabe whose diameter is  $ZH$ ; and that [circle] whose course cuts the meridian circle between points  $T$   $B$  does not fall in the plane of the astrolabe circle. It is also clear that we cannot draw the south pole in the plane of the astrolabe made for the north pole<sup>13</sup>, because the planes tangent to the sphere at poles  $D$   $B$  are parallel and it is impossible that they meet. Thus the poles are fixed, immobile; and all that falls in the plane of the astrolabe [in places] other than its pole is mobile. Therefore it is impossible that the two poles both occur in the astrolabe<sup>14</sup>.

[2] Now that what we have set out has become plain, let us show how the circle of the zodiac is formed in the plane of the astrolabe. We redraw the diagram and make arc  $AT$  equal to the degrees of declination of the zodiac circle from the equator circle. So point  $T$  is the place of the beginning of Capricorn; and the circle of the plate described on diameter  $DZ$  is for the courses of the degrees that are between

<sup>13</sup>"similarly, we cannot draw the north pole in the plane of the astrolabe made for the south pole" add. T.

<sup>14</sup>"Q.E.D." add. T.



دائرة فلك البروج في الكرة غير موازية لدائرة الصفيحة وقع مركز فلك  
البروج خارجاً عن مركز الصفيحة.

[3] وقد تبين أيضاً مما قدمنا أن دوائر أنصاف النهار تتشكل في  
سطح الأسطرلاب خطوطاً مستقيمة تتقاطع على مركز الصفيحة وتلك الدوائر  
هي التي تقسم فلك معدل النهار في الكرة عند أقسام فلك البروج بأجزاء  
70 مطالع الفلك المستقيم بالخطوط التي تمر على مركز الصفيحة تقسمه في  
الصفيحة أيضاً بتلك الأقسام وذلك ما أردنا أن نبين.

[4] فإذا قد وضع ما قدمنا فلنبين على إثر ذلك كيف تتشكل دوائر  
الارتفاع في سطح الأسطرلاب وهي الدوائر الموازية لسطح الأفق وأقطابها  
جميعاً نقطة سمت الرأس في الكرة ونبين أنها تتشكل في الأسطرلاب دوائر  
75 مراكزها جميعاً على خط نصف النهار مختلفة المواضع عليه فلنعد الصورة  
ونأخذ من نقطة جـ في دائرة فلك نصف النهار قوس جـ ب بقدر عرض  
الإقليم ونخرج قطر ب هـ د وتبين أنه قطر دائرة الأفق ونخرج خطي جـ ب  
جـ د وننفذهما إلى خط ز ح فيقطعانه على نقطتي ز ل فالخروط الذي  
قاعدته دائرة الأفق في الكرة ورأسه نقطة جـ قد أخرج سطحه على استقامة  
80 إلى سطح الصفيحة ففصلهما المشترك دائرة وقطرهما ز ل ونأخذ أيضاً من نقطة  
ب قوس ب س ونجعلها ثلثين جزءاً ونخرج خط س ع يوازي ب د فيكون

C خطوط [خطوطاً] 69 دائرة انصاف [دوائر أنصاف] 68 T بما [ما] 68 marg. B [البروج] 67  
S vide [فأذ... أن نبين 73-137] T واذا [فأذ] 73 CBTS تقسمها [تقسمه] 71 BS الكرة [الكرة] 70  
مراكزها [مراكزها] 76 C وقطبيها BT وقطبيها [وأقطابها] 74 T بما [ما] 73 append.  
فصلها C، ففصلها [فصلها] 81 marg. B [في الكرة] 80 om. B [خط] 79 C وننفذهما [وننفذهما] 79 C  
B [من] 81 T قطرهما C، فطرهما [وقطرهما] 81 B

the circle of the zodiac in the sphere is not parallel to the circle on the  
plate, the centre of the zodiac falls outside of the centre of the plate.

[3] It is also clear from what we have set out that the meridian  
circles are formed in the plane of the astrolabe as straight lines inter-  
secting at the centre of the plate. These circles are those which in the  
sphere divide the equator circle according to the divisions of the zodiac  
into degrees of ascension at *sphaera recta* by lines going through the  
centre of the plate, dividing it [*sc.* the equator circle] in the plate also  
into those divisions. Q.E.D.

[4] Now that what we have set out is clear, let us show after that  
how the altitude circles are formed in the astrolabe plate – they are  
the circles parallel to the horizon plane and their poles in the sphere  
are all the zenith. We also show that they are formed on the astrolabe  
as circles whose centres are all on the meridian line, in different places  
on it. Let us redraw the diagram and from point *G* in the circle of  
the meridian let us take arc *GB* in the amount of the latitude of the  
climate. We draw diameter *BED*; it is clear that it is the diameter of  
the horizon. We draw lines *GB GD* and produce them to line *ZH*:  
they cut it at points *Z L*. The surface of the cone whose base is the  
horizon circle in the sphere and whose apex is point *G* is produced  
rectilinearly to the plane of the plate. Their common section is a circle  
and its diameter is *ZL*. Also from point *B* we take arc *BS* and make  
it 30°. We draw line *SO* parallel to *BD*. So



خط  $\overline{س ع}$  قطر الدائرة التي ارتفاعها عن دائرة الأفق ثلثون جزءاً ونخرج  
خطي  $\overline{ج س}$   $\overline{ج ع}$  وننفذهما إلى خط  $\overline{ز ح}$  فيقطعانه على نقطتي  $\overline{ن م}$  فنخط  $\overline{ن م}$   
85 قطر دائرة ارتفاع ثلثين جزءاً في الصفيحة على مثل ما بينا في دائرة الأفق  
ونقسم قوس  $\overline{ع س}$  بنصفين على نقطة  $\overline{ف}$  فنقطه  $\overline{ف}$  سمت الرأس في الكرة  
لهذا الإقليم ونخرج خط  $\overline{ج ف}$  وننفذه إلى خط  $\overline{ز ح}$  يقطعه على نقطة  $\overline{ط}$   
فنقطه  $\overline{ط}$  سمت الرأس في الصفيحة وبعدها من كل واحدة من نقطتي  $\overline{ل ز}$   
تسمون جزءاً وزاوية  $\overline{ط ج ن}$  مثل زاوية  $\overline{ط ج م}$  لأن قوسي  $\overline{ع ف}$   $\overline{س ف}$   
متساويان وخط  $\overline{ج أ}$  عمود على خط  $\overline{م ط}$  فقاعدة  $\overline{م ط}$  أقصر من قاعدة  $\overline{ط ن}$   
90 من أجل أن نسبة مثلث  $\overline{م ج ط}$  إلى مثلث  $\overline{ط ج ن}$  كنسبة قاعدة  $\overline{م ط}$  إلى  
قاعدة  $\overline{ط ن}$  وزاويتا  $\overline{م ج ط}$   $\overline{ط ج ن}$  متساويتان وخط  $\overline{ج ن}$  أطول من خط  $\overline{ج م}$   
فإن فصلنا من خط  $\overline{ج ن}$  مثل خط  $\overline{ج م}$  وهو  $\overline{ج ق}$  وأخرجنا  $\overline{ط ق}$  كان خطا  
 $\overline{ط ج ق}$  مثل خطي  $\overline{ط ج م}$   $\overline{ط ج ن}$  فمثلثا  $\overline{م ج ط}$   $\overline{ط ج ق}$  متساويان ومثلث  $\overline{ط ج ن}$   
أكبر من مثلث  $\overline{ط ج ق}$  فهو أيضاً أكبر من مثلث  $\overline{ط ج م}$  فلذلك قاعدة  $\overline{ط ن}$   
95 أطول من قاعدة  $\overline{ط م}$  فنقسم خط  $\overline{م ن}$  بنصفين على  $\overline{ي}$  فنقطه  $\overline{ي}$  مركز دائرة  
ارتفاع ثلثين جزءاً في الصفيحة وأيضاً زاويتا  $\overline{ل ج م}$   $\overline{ز ج ن}$  متساويتان وبمثل  
ما تقدم من البرهان تكون قاعدة  $\overline{ل م}$  أقصر من قاعدة  $\overline{ز ن}$  وخطا  $\overline{ي ن}$   $\overline{ي م}$   
متساويان فخط  $\overline{ي ل}$  أقصر من خط  $\overline{ي ز}$  فنقسم  $\overline{ز ل}$  بنصفين على  $\overline{ك}$  فنقطه  $\overline{ك}$   
100 مركز دائرة الأفق في الصفيحة فقد تبين أن نقطة سمت الرأس وقعت في

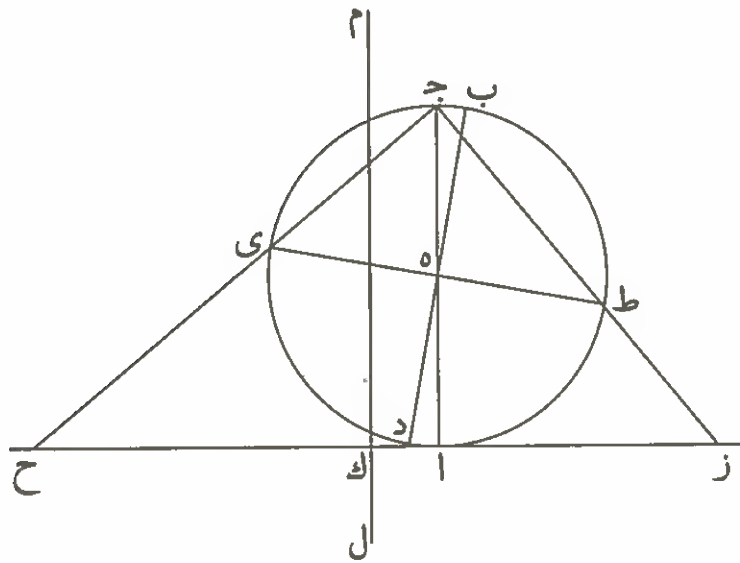
BC ع ب [ع ف] 89 زاوية [وزاوية] 89 T ز ل, ل ن, ن ل, ل ز 88 B ر ن [س ع] 83  
om. B 93 خط 2] 93 repet. B [من خط 93 C تشبه [نسبة] 91 C يقطع [عمود على] 90 ج أ] 90  
B ج م [ل ج م] 97 T على نقطة ي [على ي فنقطه ي 96 T أكثر 2 أكبر 95 B ل ج ق [ط ج ق] 94  
B متساويان [متساويان] 99

line  $SO$  is the diameter of the circle whose altitude from the horizon is  $30^\circ$ . We draw lines  $GS$   $GO$  and produce them to line  $ZH$ ; they cut it at points  $N$   $M$ : so line  $NM$  is the diameter of the altitude circle in the plate, as we have shown in the horizon circle. We bisect arc  $OS$  at point  $F$ : point  $F$  is the zenith in the sphere for this climate. We draw line  $GF$  and produce it to line  $ZH$ , cutting it at point  $T$ . Point  $T$  is the zenith in the plate and its distance from points  $L$   $Z$  is  $90^\circ$ . Angle  $TGN$  is equal to angle  $TGM$ , because arcs  $OF$   $FS$  are equal. Line  $GA$  is perpendicular to line  $MT$ : base  $MT$  is shorter than base  $TN$ , because the ratio of triangle  $MGT$  to triangle  $TGN$  is as the ratio of base  $MT$  to base  $TN$  and angles  $MGT$   $TGN$  are equal and line  $GN$  is longer than line  $GM$ . If we cut from line  $GN$  the equal of line  $GM$ , which is  $GQ$ , and we draw  $TQ$ , lines  $TG$   $GQ$  are equal to lines  $TG$   $GM$ . Therefore triangles  $MGT$  and  $TGQ$  are equal. And triangle  $TGN$  is greater than triangle  $TGQ$ , and so it is also greater than triangle  $TGM$ . Therefore base  $TN$  is longer than base  $TM$ . Therefore we bisect line  $MN$  at  $Y$ ; so point  $Y$  is the centre of the circle of altitude  $30$  degrees in the plate. Again, angles  $LGM$   $ZGN$  are equal, and, as is in the preceding proof, base  $LM$  is shorter than base  $ZN$ . Lines  $YN$   $YM$  are equal, and so line  $YL$  is shorter than line  $YZ$ . We therefore bisect  $ZL$  at  $K$ : point  $K$  is the centre of the horizon circle in the plate. Now it is clear that the zenith point falls on





ومغربه ونقطتا مطلع الاعتدال ومغربه تقعان في الصفيحة على النقطتين  
 اللتين تتقاطع عليهما دائرة أفق الإقليم وخط أفق الفلك المستقيم فدائرة  
 سمت مطلع الاعتدال ومغربه التي قطرها خط زح ومركزها نقطة لـ تقاطع  
 130 دائرة الأفق على تينك النقطتين ، وأقول أيضاً إنا إن أخرجنا خط لـ كم على  
 زاوية قائمة من خط زح فإن مراكز دوائر السمات جميعاً تقع على خط  
 لـ كم .

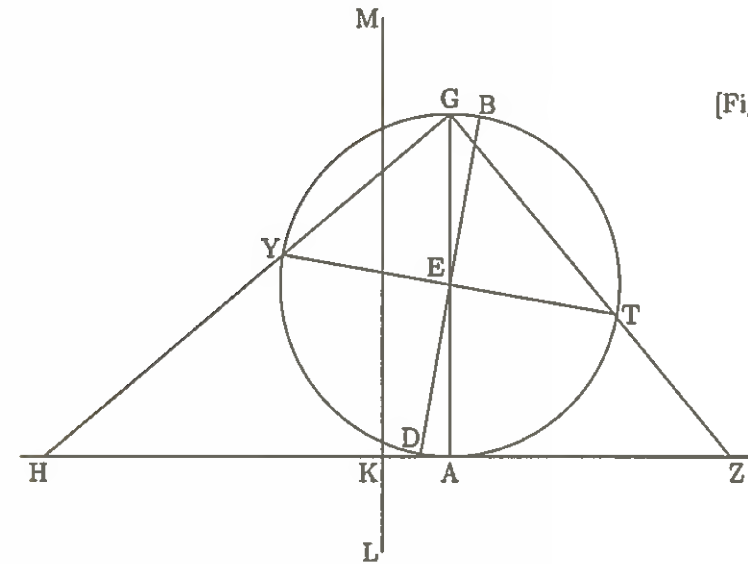


برهان ذلك أن دوائر السمات جميعاً تتقاطع على نقطتي زح خط زح

وتر في جميع الدوائر وقد قسم بنصفين على نقطة لـ وأخرج خط لـ كم في  
 135

[أفق الإقليم 129 om. B مطلع 128 T ونقطتا 128 om. C وتقطتا مطلع الاعتدال ومغربه 128  
 T برهانه [برهان ذلك 134 B دائر ex corr. دوائر 132 C لـ كم 131 om. B إنا 131 T الأفق لإقليم

fall on the plate at the two points at which the horizon circle of the climate and the horizon line of the *sphaera recta* intersect. So the azimuth circle of the rising-place and setting-place of the equinox, of which the diameter is line  $ZH$  and the centre is  $K$ , intersects the horizon circle at those two points. I say also that if we draw line  $LKM$  at a right angle to line  $ZH$ , the centres of the azimuth circles all fall on line  $LKM$ .



[Fig. 2.4]

*Proof:* the azimuth circles all intersect at points  $Z, H$ . Therefore line  $ZH$  is a chord in all the circles. It is bisected at point  $K$  and line  $LKM$  is produced in





145 وننفذهما إلى خط زح فيقطعانه على نقطتي ز ط فقطر ب د مشترك لدائرة الأفق وللدوائر العظام التي تتقاطع على نقطتي ب د ونقسم خط ز ط بنصفين على ك ونخرج خط ل كم يقطع خط زح على زاوية قائمة، فأقول إن الدوائر العظام التي تتقاطع في كرة الفلك على نقطتي ب د تقع مراكزها جميعاً على خط ل كم وتمر بنقطتي ز ط .

150 برهان ذلك أن نقطتي ب د في كرة الفلك مشتركة لهذه الدوائر ودائرة الأفق ونقطتا ب د تقعان في الصفيحة على نقطتي ز ط فقطر ز ط قطر لدائرة الأفق ووتر في جميع الدوائر الباقية وقد قسم بنصفين على نقطة ك وأخرج خط ل كم على زاوية قائمة من خط زح فقطر ل كم يمر بمراكز الدوائر جميعاً وذلك ما أردنا أن نبين.

155 [7] ولنبين أيضاً لتمام ما عملنا كيف تتشكل في سطح الأسطرلاب الدوائر العظام المخطوطة في كرة الفلك على قطبي فلك البروج وهي الدوائر التي تحد مواضع الكواكب في منطقة فلك البروج وغير ذلك مما يستدل به عليه فنخط دائرة فلك نصف النهار ونحيز عليها الخط المماس كهيئة ما عملنا قبل ونأخذ من نقطة ج قوس ج ب بقدر القوس التي فيما بين القطبين قطب الفلك الأعظم وقطب فلك البروج ونخرج قطر ب د فنقطه د لقطب فلك البروج الشمالي ونقطه ب القطب الجنوبي ثم نخرج خطي ج ب ج د

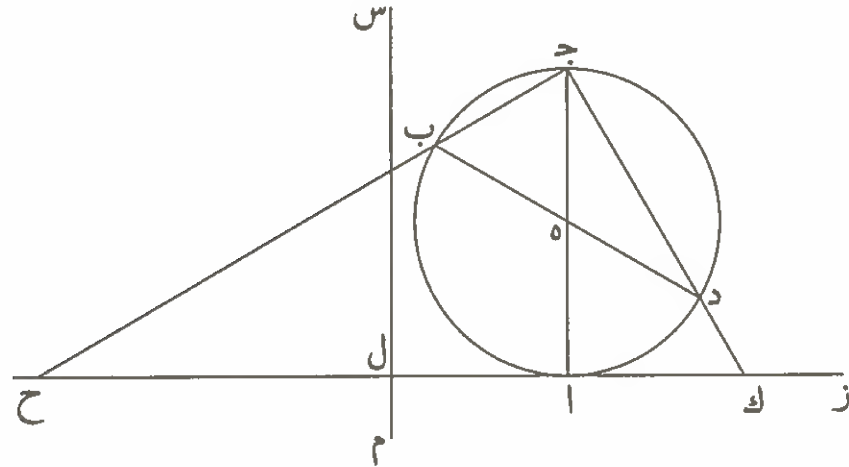
مشترك [مشتركة] 150 om. BS 147 خط 1 146 د ب B ر ب [ب د] 146 C والدوائر [وللدوائر] 146  
جميع [في جميع] 152 C وفي [ووتر في] 152 T الدائرة [لدائرة] 151 S نقط B نقطة [نقطتي] 151 B  
om. C 153 يمر [مر] marg. B ad locum falsum { على زاوية قائمة من خط زح فقطر ل كم } 153 S  
الذي [التي] 159 C عملنا [عملنا] 158 T عليه [عليها] 158 om. BS 158 عليه [عليها] 158 T بها [به] 157 C  
BS ونخرج [ثم نخرج] 161 T كقطب [لقطب] 160

and let them run through to line  $ZH$ , cutting it at points  $Z$ ,  $T$ . So diameter  $BD$  is common to the horizon circle and the great circles that intersect at points  $B D$ . We bisect line  $ZT$  at  $K$  and draw line  $LKM$  cutting line  $ZH$  at a right angle. *I say*: the centres of the great circles that intersect in the heavenly sphere at points  $B D$  all fall on line  $LKM$  and [the circles] pass through points  $Z T$ .

*Proof*: points  $B D$  in the heavenly sphere are common to these circles and the horizon circle, and points  $B D$  fall in the plate at points  $Z T$ . So line  $ZT$  is a diameter of the horizon circle and a chord in all the remaining circles. It is bisected at point  $K$  and line  $LKM$  is drawn at a right angle to line  $ZH$ . Therefore line  $LKM$  passes through the centres of all the circles. Q.E.D.

[7] To complete what we have done, let us also show how the great circles drawn on the heavenly sphere through the poles of the zodiac circle – which are the circles that define the positions of the stars in the belt of the zodiac – and other [matters] with which that can be obtained are formed in the plane of the astrolabe. We draw the circle of the meridian circle and on it we pass the tangent line, as we have done before. From point  $G$  we take arc  $GB$  in the amount of the arc that is between the two poles, the pole of the greatest sphere [*quṭb al-falak al-a'zam*] and the pole of the zodiac, and we draw diameter  $BED$ . So point  $D$  [stands] for the northern pole of the zodiac and point  $B$  is the southern pole. Then we draw lines  $GB GD$

وتنفذهما إلى خط زح فيقطعانه على نقطتي ك ح ونقسم خط ك ح بنصفين  
على نقطة ل ونخرج خط م ل س يقطع خط ك ح على زوايا قائمة خط ك ح

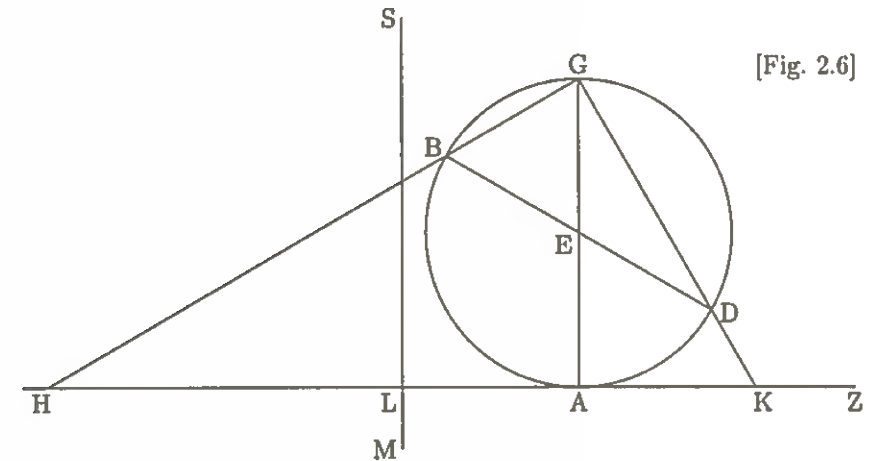


في الصفيحة قطر الدائرة التي تقطع دائرة فلك البروج في كرة الفلك على  
زوايا قائمة ووتر في سائر الدوائر التي تجوز على قطبي فلك البروج وقد  
165 قسم بنصفين على نقطة ل وأخرج خط م ل س على زاوية قائمة من خط ك ح  
خط م ل س يجوز على مراكز هذه الدوائر جميعاً كمثل ما بينا فيما تقدم  
وتبين أن نقطة ك التي هي نظير نقطة قطب فلك البروج تقع خارجة عن  
مركز فلك البروج في الصفيحة كمثل ما تبين في دوائر الارتفاع وذلك ما أردنا  
أن نبين،

170

164- S للدائرة [الدائرة] 164 CTMLKP om. | ونخرج... قائمة 163 BS om. [نقطة] 163  
166 [من] om. S 166 C وترقى [وتر في] 165 S على نقطتي الاعتدال, 165 om. B | على زوايا قائمة 165  
168 نظيرة [نظير] TS

and let them run through to line  $ZH$ : they cut it at points  $K H$ . We bisect line  $KH$  at point  $L$  and we draw line  $MLS$  cutting line  $KH$  at right angles. Therefore line  $KH$  in the plate is the diameter of



the circle that cuts the zodiac circle<sup>15</sup> in the heavenly sphere at right angles and a chord in the other circles passing through the poles of the zodiac. It has been bisected at point  $L$  and line  $MLS$  has been drawn at a right angle from line  $KH$ ; so line  $MLS$  passes through the centres of all these circles, as we have explained earlier. It is clear that point  $K$ , which is the counterpart of the point of the zodiac pole falls outside the centre of the zodiac in the plate, as has become clear in the altitude circles. Q.E.D.

<sup>15</sup>The meridian circle must be meant.

[8] فقد أتينا فيما وصفنا على جميع ما يحتاج إلى ذكره من دوائر  
 الفلك ولكيلا نطيل الكلام فبمثل هذا التدبير نستدل على تشكل سائر ما  
 يعرض في الفلك من الدوائر في سطح الأسطرلاب فأما أقسام قطع الدوائر  
 الموازية لمعدل النهار فوق الأرض وأسفلها في الأقاليم وهي أقسام الساعات  
 فإن النقط التي تفصلها جميعاً على نسبة واحدة ليست في سطح واحد من  
 سطوح دوائر الكرة لأن الدوائر العظام التي تتقاطع على قطبي الكرة هي  
 التي تفصل هذه الدوائر على نسبة واحدة فيما بين أفق الفلك المستقيم وخط  
 وسط السماء فأما فيما بين دوائر آفاق الأقاليم وأفلاك نصف النهار فإن ما كان  
 من الدوائر المتوازية شمالياً عن فلك معدل النهار كانت أقسامه التي تلي خط  
 وسط السماء أقل نسبة إلى أقسامه التي تلي قوس الأفق من أقسام الدوائر  
 الجنوبية منها التي تلي خط وسط السماء إلى أقسامها التي تلي قوس الأفق  
 أعني أنه إذا تعلم على دائرة معدل النهار فيما بين قوس الأفق وفلك نصف  
 النهار نقطة وأدير عليها وعلى القطبين دائرة عظيمة تقطع الدوائر الشمالية  
 والجنوبية فإن القسي التي فيما بين خط وسط السماء والدائرة العظيمة من  
 الدوائر الشمالية أقل نسبة إلى ما بين الدائرة العظيمة وبين قوس الأفق منها  
 من قسي الدوائر الجنوبية التي فيما بين خط وسط السماء والدائرة العظيمة  
 إلى ما بين الدائرة العظيمة وبين قوس الأفق منها وقد بين ذلك بطلميوس  
 في كتابه .

C شكل [تشكل] 172 C ولكي لا [ولكيلا] 172 C *supra* [من دوائر الفلك 171-172] C قد [فقد] 171  
 الاكر [الكرة] 176 B الإقليم [الأقاليم] 174 T المتوازية [الموازية] 174 C وأما [فأما] 173 om. S [من] 173  
 B أفلاك [وأفلاك] 178 B وهي التي C, هي TSMP [هي التي 176-177] BC ولأن [لأن] 176 BS  
 B منها [منها] 187 om. C [إلى ما بين الدائرة العظيمة] 187

[8] In what we have described we have completed all that is necessary to mention of the circles of the sphere [*ḥalak*]; and in order not to prolong the discourse, and in similar procedure, we shall guide [the reader] to the formation, in the plane of the astrolabe, of the other circles appearing in the sphere. As for the divisions of the portions of the circles parallel to the equator above and below the Earth in the climates, which are the divisions of the hours, the points that cut them all off in the same ratio are not in the same plane from [among] the planes of the circles of the sphere, because the great circles that intersect at the poles of the sphere are those which cut off these circles in the same ratio between the horizon of the *sphaera recta* and the meridian-line. Between the horizon circles of the climates and the meridian circles [*aflāk niṣf al-nahār*], the divisions of the parallel circles north of the equator circle that are near the meridian line are smaller in ratio to its divisions that are near the horizon arc than the divisions of the southern circles which are near the meridian line to their divisions that are near the horizon arc, i.e. when a point is marked on the equator circle between the horizon arc and the meridian circle and a great circle is drawn through it and through the two poles cutting the northern and southern circles, then the arcs between the meridian line and the great circle from the northern circles are smaller in ratio to the [part] of them between the great circle and the horizon arc than the arcs of the southern circles that are between the meridian line and the great circle to the [part] of them that is between the great circle and the horizon arc. Ptolemy has proved that in his book.



وأقول أيضًا إنه قد يمكن أن نقسم من الدوائر المتوازية ثلث دوائر  
 فقط على نسبة واحدة فيما بين دوائر الآفاق وأفلاك أنصاف النهار بقوس  
 190 واحدة من أجل أن كل ثلث قسي متوازية مختلفة الأقدار في بسيط كرة تقسم  
 على نسبة واحدة فقد يمكن أن تجوز على الثلث النقط منها التي تحد النسبة  
 دائرة غير محدودة عند قطبي الكرة المعلومين وبهذا الباب عمل الأولون في  
 قسمة الساعات لأنهم قسموا من الدوائر المتوازية دائرتي السرطان والجدي  
 ودائرة معدل النهار على نسبة واحدة فيما بين دائرة الأفق وخط نصف النهار  
 195 وأداروا على هذه الثلث النقط دائرة تقطع سائر الدوائر المتوازية شبيهة بنسبة  
 الثلث الدوائر بالتقريب وليس يقع في ذلك من الخطأ ما يحس قدره إلا فيما  
 كثر تباعده من الأقاليم عن خط الاستواء أو كثر تباعده من الدوائر المتوازية  
 عن معدل النهار فأما فيما بين مدار الجدي والسرطان فليس له كبير قدر وذلك  
 ما أردنا أن نبين.

200

### النوع الثالث

في استخراج مقادير الدوائر التي تتشكل في سطح الأسطرلاب

ومواضع مراكزها بالحساب

فإذ قد أوضحنا العلة فيما يتشكل في سطح الأسطرلاب من دوائر الفلك

om. [تقسم 191 add. S ونصل بينها [النهار 190 S أفق [الآفاق 190 add. S في الكرة [المتوازية 189  
 B الدائرة [دائرة 193 T فيها [منها 192 C نقط [النقط 192 B عند [فقد يمكن 192 B  
 T كبر [كثير 198 S شبيه [شبيهة 196 C ودوائر [ودائرة 195 om. B [من الدوائر 194  
 S مباعده [تباعده 198 C وكثر [أو كثر 198 add. C وسط [خط 198 S مباعده [تباعده 198  
 T وإذ [فإذ 4 B قدره [قدر 199 S كثير [كثير 199 om. BS [له 199

*I also say:* it is possible to cut off only three of the parallel circles in the same ratio between the horizon circles and the meridian circles with one arc, since every three parallel arcs of different sizes in the surface of a sphere are divided in the same ratio. So it is possible that a circle undefined with respect to the known poles of the sphere passes through their [the three arcs'] three points which define the ratio. According to this procedure [al-bāb] the Ancients [al-awwalūn] operated in the division of the hours, because they divided, from among the parallel circles, the circles of Cancer and Capricorn and the equator circle in the same ratio between the horizon circle and the meridian line. And they drew through these three points a circle cutting all the parallel circles [in a ratio] approximately similar to the ratio of the three circles. In this no error of a perceptible amount occurs, except for the climates that are much distant from the [terrestrial] equator line or [for] the parallel circles that are much distant from the [celestial] equator. Between the course[s] of Capricorn and Cancer its amount is not great. Q.E.D.

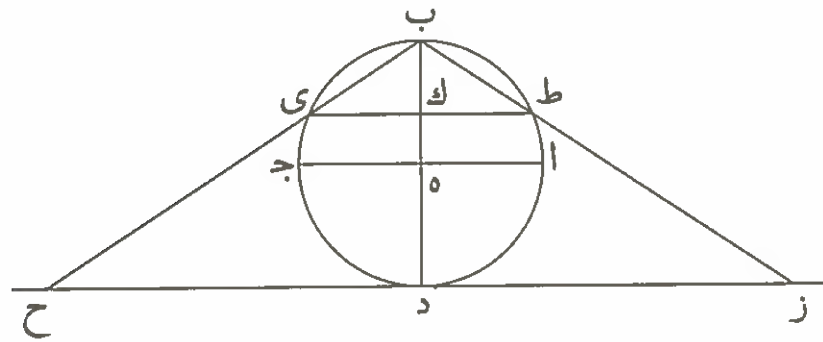
### Chapter 3

*On determining the quantities of the circles that are formed in the plane of the astrolabe and the positions of their centres by calculation*

Since we have explained the reason for what circles of the celestial sphere are formed in the plane of the astrolabe,

- 5 فلنبين على ما يتبع كيف تستخرج أقطار الدوائر ومواضع مراكزها  
بالحساب .

- [1] ونبدأ باستخراج أقطار الدوائر الموازية لمعدل النهار لأن بهذه الأقطار فقط يستخرج جميع ما يحتاج إلى معرفته من أقطار سائر الدوائر وسنبين ذلك فنعيد الشكل الذي رسمنا للمدارات الموازية لمعدل النهار ونجعل قوس  $\overline{AT}$  بمقدار ميل فلك البروج عن فلك معدل النهار وهو على ما وجدنا 10 بالرصد في زماننا ثلاثة وعشرون جزءاً وثلاث وثلاثون دقيقة فتكون قوس  $\overline{DAT}$

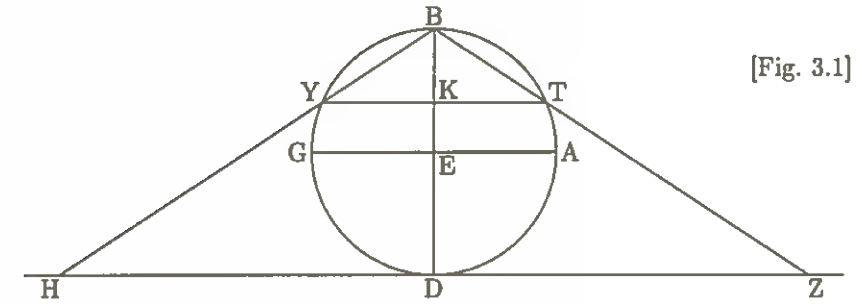


- مائة وثلاثة عشر جزءاً وثلاثة وثلاثين دقيقة وخط  $\overline{طى}$  في الكرة يوازي خط  $\overline{زح}$  الذي بينا أنه خط نصف النهار في سطح الأسطرلاب فقدر خط  $\overline{طك}$  عند خط  $\overline{كب}$  كقدر خط  $\overline{زد}$  عند خط  $\overline{دب}$  ولكن خط  $\overline{طك}$  هو جيب قوس  $\overline{طب}$  وخط  $\overline{كب}$  أيضاً جيب منكوس لقوس  $\overline{طب}$  وخط  $\overline{دب}$  قطر الكرة 15 فإذا أخذنا جيب قوس  $\overline{طب}$  وهو خمسة وخمسون جزءاً وصفر وعشر ثواني بالمقدار الذي به يكون قطر  $\overline{دب}$  مائة وعشرين جزءاً وضربنا ذلك في القطر

om. BS إلى 8 من هذه [بهذه 7 B وكيف كيف 5 add. BS ذلك [يتبع 5 om. B على 5  
marg. [في الكرة 12 B وجد [وجدنا 10 om. C 2] فلك 10 S مقدار [بمقدار 10 C بسن [وسنين 9  
om. S 2] خط 14 BS أثبتنا [بيننا 13 T

let us show in due order how the quantities of the diameters of the circles and the positions of their centres are obtained by calculation.

[1] We begin by taking the diameters of the circles parallel to the equator, because with these diameters alone is obtained all that it is necessary to know of the diameters of the rest of the circles – we shall show that. We repeat the diagram that we drew for the courses parallel to the equator. We make arc  $AT$  in the quantity of the inclination of the zodiac from the equator circle: as we found by observation in our time, that is  $23^{\circ}33'$ . So arc  $DAT$  is  $113^{\circ}33'$ . Line  $TY$  in the sphere



[Fig. 3.1]

is parallel to line  $ZH$ , which we showed was the meridian line in the plane of the astrolabe. So the quantity of line  $TK$  in relation to line  $KB$  is as the quantity of line  $ZD$  in relation to line  $DB$ . But line  $TK$  is the sine of arc  $TB$ ; line  $KB$ , again, is the versed sine of arc  $TB$ , and line  $DB$  is the diameter of the sphere. When we take the sine of arc  $TB$ , which is  $55^{\circ}0'10''$  in the quantity in which the diameter  $DB$  is  $120^{\circ}$ , and multiply that by the diameter,

وهو مائة وعشرون جزءاً بلغ ذلك ستة آلاف وستمائة جزءاً وعشرين دقيقة  
فنقسمها على خط  $\overline{كـب}$  وهو ستة وثلاثون جزءاً ودقيقة واحدة وسبع وثلاثون  
ثانية فيخرج لنا خط  $\overline{دز}$  مائة وثلاثة وثمانين جزءاً واثنى عشرة دقيقة وعشرين  
20 ثانية وذلك نصف قطر مدار الجدى فى الصفحة .

ومن أجل أنا نحتاج إلى أن نفرض قطر مدار الجدى فى الصفحة عدداً  
يمكننا تجزئته بأكثر ما نقدر عليه من الأجزاء وتسهل قسمته عند وقت العمل  
فلنجعل خط  $\overline{زح}$  وهو قطر مدار الجدى ستين جزءاً فبالمقدار الذى به يكون  
خط  $\overline{دز}$  ثلاثين جزءاً فبه يكون قطر  $\overline{دب}$  تسعة عشر جزءاً وتسع وثلاثين دقيقة  
25 فلنستعمل هذه الأجزاء فى خط  $\overline{دب}$  بدل المائة والعشرين الجزء وليس يدخل  
ذلك علينا خطأ فى الحساب إذ كنا إنما نناسب بخط  $\overline{دب}$  إلى خط  $\overline{زح}$  فقط  
وهما متجانسان فى العدد وعلى مثل ما وصفنا نستخرج أنصاف أقطار جميع  
المدارات الموازية لمعدل النهار لدرجة ذرجة مما يلي القطب الشمالى إلى ما  
يتلو نحو القطب الجنوبى وثبت ذلك فى جدول على حدة يكون ميسراً لنا  
30 نستخرج منه مقادير أقطار الدوائر التى تقع فى سطح الأسطرلاب على ما  
نصف فيما يتلو .

S وستين | وثمانين 20 om. C | خط 20 C وتسعة | وسبع 19 S واثنى عشر دقيقة | جزءاً ودقيقة 19  
لكن نتخذ B لى سحذ T: om. CMKP | ومن ... الصفحة 22 TS: om. CBMLKP | فى الصفحة 21  
BS بستين | ستين 24 add. S رأس | مدار 24 T وهى | وهو 24 MK عدد | عدداً 22 L فلنجمله S,  
قطعة C, خط | قطر 25 BT فيه | فيه 25 om. BS | يكون 24 om. T C; تذكره | به ... فيه 24-25  
om. B | جميع 28 om. T | خط 27 S لخط | بخط 27 om. T | الجزء 26 S بدلا | بدل 26 M  
S مثبتا B مثبت | ميسراً 30 om. S | نحو 30 T فيما يتلو C, مقابل | مما يلي 29 B المتوازية | الموازية 29  
add. T إن شاء الله العزيز | يتلو 32 S أنصاف | أقطار 31 BS لنستخرج | نستخرج 31

add. S وذلك ما أردنا أن نبين | العدد 28

which is  $120^p$ , that comes to  $6600^p20'$ . We divide it by line  $KB$ , which is  $36^p1'37''$ , and there emerges for us line  $DZ$ ,  $183^p12'20''$ . That is the semidiameter of the course of Capricorn in the plate.

Since we need to assume the diameter of the course of Capricorn in the plate as a number that we can divide into as many parts as we can and [such that] its division becomes easy when constructing [the astrolabe], let us make line  $ZH$ , the diameter of the course of Capricorn, sixty parts. So in the scale in which line  $DZ$  is  $30^p$ , diameter  $DB$  is  $19^p39'$ . Let us apply these degrees in line  $DB$  instead of the  $120^p$ ; that does not bring about for us a mistake in the calculation, since we bring line  $DB$  into proportion to line  $ZH$ , which are of the same kind in number<sup>16</sup>. As we have described, we obtain the semidiameters of all the courses parallel to the equator degree by degree, from those near the north pole to those near the south pole. We shall establish that in a table by itself, which is helpful to us – from which we read off the quantities of the diameters of the circles that fall on the surface of the astrolabe, as we describe in what follows.

<sup>16</sup> "Q.E.D." add. S.





[3] فأما قسمة دائرة فلك البروج في الصفيحة فقد قلنا إنها تنقسم بالخطوط التي تمر على مركز الصفيحة وتنقسم مطالع الفلك المستقيم من معدل النهار فنستخرج أجزاء مطالع الفلك المستقيم تسعين درجة على ما لم نزل نستخرج ونرسمه في جدول على حدته .

[4] ونصف على ما يتبع ما قدمنا كيف تعلم مواضع الكواكب الثابتة في سطح الأسطرلاب ونحتاج في ذلك إلى معرفة بعد الكوكب عن فلك معدل النهار في الفلك العظيم المخطوط على الكوكب وعلى قطبي فلك معدل النهار ومعرفة الدرجة التي تمر مع الكوكب من فلك البروج في خط سطح السماء لأنه لا يمكن أن نعلم موضع الكوكب في الأسطرلاب إلا بعد معرفتنا ذلك فإنه وإن كان ممكناً على ما بينا أن نخط في الأسطرلاب الدوائر العظام التي تتقاطع جميعاً على قطبي فلك البروج فتدرك بها مواضع أجزاء الكواكب في الطول من فلك البروج فإنه غير ممكن أن تدرك عروض الكواكب أعنى أبعادها من منطقة فلك البروج في هذه الدوائر العظام إلا بقسمة هذه الدوائر على ما تنقسم به في الأسطرلاب وذلك عسر بعيد، وفي معرفتنا ببعد الكوكب من معدل النهار ودرجة ممره من فلك البروج ما يؤدي إلى معرفة حقيقة موضع الكوكب من الأسطرلاب .

add. في الصفيحة [المخطوط 44 S إنه [إنها 43 T سنا لها [قلنا إنها 43 T وأما [فأما 43 S المقسوم، om. C، [من ... المستقيم 44-45 T فلك [الفلك 44 S ويقسم من [وتقسم 44 T om. T [فلك 48 T الكواكب [الكوكب 48 add. marg. B على [يتبع 47 C بتسمين [تسمين 45 om. TS [فلك 49 CBTS الكواكب [الكوكب 49 S المخطوطة [المخطوط 49 T إلى فلك [في الفلك 49 مواضع الكواكب [موضع الكوكب 51 S وأنه [لأنه 51 om. C خط 50 S وإلى معرفة [ومعرفة 50 C كما [على ما 52 CB أن [وإن 52 BS بذلك [ذلك 52 add. et del. T إلى supra، [إلا 51 B T عن [من 57 BTS الكواكب [الكوكب 57 T بعد [يبعد 56 TS عسر [عسر 56 om. T [فلك 55

[3] As for the division of the zodiac circle on the plate, we have said that it is partitioned by the lines passing through the centre of the plate and dividing the ascensions at *sphaera recta* on the equator. So we obtain the degrees of the ascensions at *sphaera recta*, [for] 90 degrees, as we always obtain [them]. We draw that up in a table of its own.

[4] In due course, following what we said earlier, we shall describe how the positions of the fixed stars in the plane of the astrolabe are determined: for this we need [i] to know the distance of the star from the equator circle on the great circle drawn through the star and through the poles of the equator circle and [ii] to know the degree of the zodiac that passes the meridian line with the star, because the position of the star on the astrolabe can only be determined after knowing that. For even if it is possible, as we have shown, to draw on the astrolabe the great circles that all intersect at the poles of the zodiac, by which are found the positions of the degrees of the stars in longitude in the zodiac, it is not possible that the latitudes of the stars, i.e. their distances from the zodiac belt in these great circles, is reached except by dividing these circles as they are partitioned on the astrolabe, but that is difficult and wearisome. In our knowledge of the distance of the star from the equator and the degree in the zodiac circle of its passage [at the meridian] there is what leads to the knowledge of the true position of the star on the astrolabe.

فإذا كان الكوكب في منطقة فلك البروج فإن ميل الدرجة التي هو فيها هو بعده من فلك معدل النهار ويمر في خط وسط السماء مع درجته في 60 وقت واحد وإذا كان الكوكب خارجاً عن منطقة البروج أيضاً وهو في سطح الفلك المخطوط على أقطاب الفلكين فإن بعده من فلك معدل النهار يعرف من عرضه وميل درجته فقط فيزداد أحدهما على الآخر إذا كانا في جهة واحدة وينقص منه إذا كانا في جهتين مختلفتين فما حصل بعد ذلك فهو بعده من معدل النهار ويمر مع درجته في خط وسط السماء أيضاً في وقت واحد، 65 فإن كان الكوكب على غير ما ذكرنا فكان خارجاً عن منطقة البروج وفي غير سطح الفلك المخطوط على أقطاب الفلكين اختلف بعده ودرجة ممره جميعاً فإذا كان فيما بين أول الجدى إلى أول السرطان وعرضه شمالي عن منطقة البروج وافى وسط السماء قبل موافاة درجته التي هو فيها من فلك البروج وإن كان جنوبياً وافى بعدها وأيضاً إن كان فيما بين السرطان إلى أول 70 الجدى وعرضه شمالي وافى وسط السماء بعد موافاة درجته وإن كان جنوبياً وافى قبلها .

فلنبين علة ما ذكرنا وكيف يستخرج بعد الكوكب من فلك معدل النهار والدرجة التي توافي معه وسط السماء من فلك البروج ونعمل في ذلك بالوجه الذي وصف بطليموس في المجسطى فنخط دائرة فلك نصف النهار المخطوط 75 على أقطاب الفلكين عليها  $\bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{D}$  ونخط فيها نصف فلك معدل النهار عليه

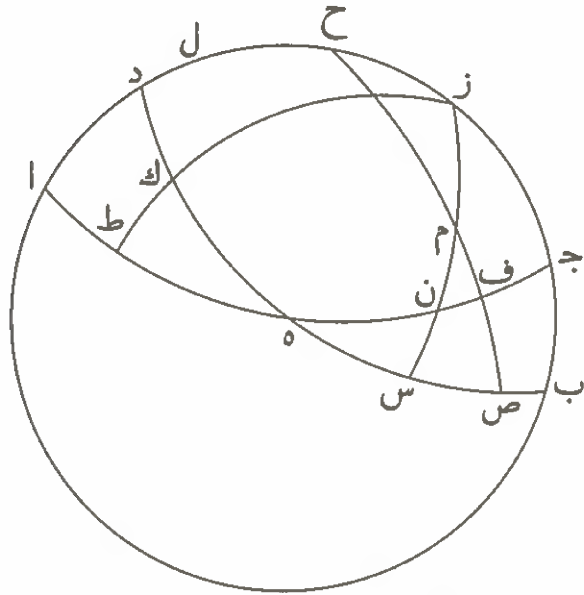
أقذار [أقطاب] 62 om. T 61 أيضاً add. T 61 فلك [عن منطقة] 61 BT درجته [الدرجة] 59 T وإذا [فإذا] 59 فلك [منطقة] 69 TS وكان [فكان] 66 T وإن [فإن] 66 S مختلفين [مختلفتين] 64 T كان [كانا] 63 B أقطار C، أقطار [أقطاب] 76 om. C 75 فلك B الوجه [بالوجه] 74 T الكواكب [الكوكب] 73 add. BT

When the star is on the belt of the zodiac, the declination of the degree it is at is its distance from the equator circle; it passes at the meridian line with its degree at the same time. When, again, the star is outside the belt of the signs [but] in the plane of the circle [falak] drawn through the poles of the two circles, then its distance from the equator circle is known from its latitude and the declination of its degree alone: one of them is added to the other when they are on the same side, and it is subtracted from it when they are on different sides. What results after that is its distance from the equator. It also passes at the meridian with its degree at the same time. If the star is not as we have mentioned, and so is outside the belt of the zodiac and not in the plane of the circle [falak] through the poles of the two circles, its distance and the degree of its passage are both various. When it is between the beginning of Capricorn and the beginning of Cancer and its latitude is north of the belt of the signs, it arrives at the meridian before the arrival of its degree which it is at of the zodiac circle; and if it is southerly, it arrives after it. Also, if it is between [the beginning of] Cancer and the beginning of Capricorn and its latitude is northerly, it arrives at the meridian after the arrival of its degree; and if it is southerly, it arrives before it.

Let us show the reason for what we have mentioned and [show] how to determine the distance of the star from the equator circle and the degree of the zodiac that arrives with it at the meridian. For that we proceed in the way that Ptolemy described in the *Almagest*. We draw the meridian circle through the poles of the two circles; on it are  $A B G D$ . In it we draw half the equator circle, on which are



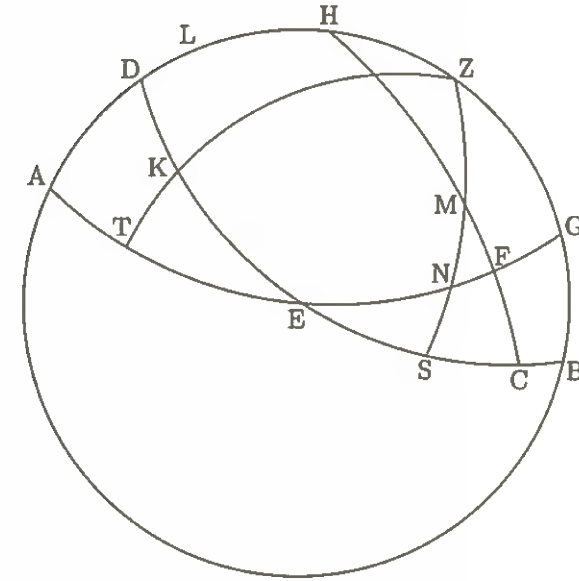
د ه ب قطبه الشمالى نقطة ز ونصف فلك البروج عليه آ ه ج وقطبه نقطة  
ح فتكون نقطة آ من فلك البروج موضع رأس الجدى ونقطة ج رأس



السرطان ونجعل الكوكب أولاً فى منطقة فلك البروج على نقطة ط ونخط  
على نقطتى ز ط قوساً من فلك عظيم عليها ز ك ط فقوس ط ك هى ميل  
80 درجة الكوكب وهى أيضاً بعده من فلك معدل النهار ويوافق وسط السماء مع  
نقطة ط فى وقت واحد ثم نجعل الكوكب على نقطة ل من فلك نصف  
النهار فيكون قوس آل هى عرض الكوكب عن فلك أوساط البروج فى  
الشمال وقوس آد هى ميل الجدى فإذا نقصناها من قوس آل تبقى قوس لد  
بعد الكوكب عن معدل النهار وكذلك إن كان عرض الكوكب فى الجنوب  
85

om. [قوس 84] السرطان [الجدى 84] آه [آد 84] om. [نقطة 82] ل ط [ط 82] هو [مى 80]

*D E B*, its north pole being point *Z*, and half the zodiac, on which are *A E G*, its pole being point *H*. So point *A* of the zodiac is in the position of the beginning of Capricorn and point *G* is the beginning of Cancer.



[Fig. 3.3]

We put the star, first, on the belt of the zodiac at point *T*. We draw through *T* an arc of a great circle [*falak*], on which are *Z K T*. So arc *TK* is the declination of the degree of the star and it is also its distance from the equator circle. It reaches the meridian line with point *T* at the same time. Then we put the star at point *L* of the meridian circle. So *AL* is the latitude of the star from the circle of the middles of the signs in the north and *AD* is the declination of Capricorn. So when we subtract it from arc *AL*, there remains arc *LD*, the star's distance from the equator. Similarly, when the latitude is in the south,

زدنا أجزاء الميل على عرض الكوكب فما بلغ فهو بعده من معدل النهار  
 وحيث كان الكوكب من فلك  $\overline{أ ب ج د}$  فهو يوافي وسط السماء مع درجته في  
 وقت واحد ثم نجعل الكوكب خارجاً عن منطقة البروج وعن الفلك  
 المخطوط على أقطاب الفلكين فنجعله على نقطة  $\overline{م}$  ونخط عليه وعلى  
 القطبين قوسين من فلكين عظيمين عليهما  $\overline{ز م ن س}$   $\overline{ح م ف ص}$  فنقطة  
 90  $\overline{ف}$  هي موضع الكوكب من فلك البروج ونقطة  $\overline{ص}$  موضعه من فلك معدل  
 النهار ونقطة  $\overline{ن}$  الدرجة التي توافي معه وسط السماء من فلك البروج وقوس  
 $\overline{م ف}$  هي عرض الكوكب أعني بعده من منطقة البروج وقوس  $\overline{م س}$  هي  
 بعده من فلك معدل النهار وهي أقصر من قوس  $\overline{م ص}$  لأن زاوية  $\overline{م س ص}$   
 قائمة وزاوية  $\overline{م ص س}$  أصغر من قائمة فعلى ما بين بطليموس تكون نسبة  
 95 جيب قوس  $\overline{ح ب}$  إلى جيب قوس  $\overline{ب ز}$  تؤلف من نسبتين من نسبة جيب  
 قوس  $\overline{ح ص}$  إلى جيب قوس  $\overline{ص م}$  ومن نسبة جيب قوس  $\overline{م س}$  إلى جيب  
 قوس  $\overline{ز س}$  وكل واحدة من قوس  $\overline{ز ب}$   $\overline{ز س}$   $\overline{ح ف}$  ربع دائرة وقوس  $\overline{ح ب}$   
 مائة وثلاثة عشر جزءاً وثلاث وثلاثون دقيقة ونعرف قوس  $\overline{ف ص}$  من جهة الميل  
 لأن قوس  $\overline{ف ج د}$  من فلك البروج معلومة وهي ما يطلع مع قوس  $\overline{ب ص}$  من  
 100 فلك معدل النهار بالفلك المستقيم فإذا حولنا قوس  $\overline{ف ج د}$  من مطالع الفلك

$\overline{س ن}$  [ف] 91  $\overline{س}$  عليها [عليهما] 90  $\overline{ب}$  أقطار [أقطاب] 89  $\overline{فلك}$  [الفلك] 88  $\overline{ت}$  الفلك [منطقة] 88  
 عن [من] 93  $\overline{س}$  هو [هو] 93  $\overline{س}$  [نف]  $\overline{م ف}$   $\overline{م ف}$  ... وقوس 93  $\overline{س}$  [ن] 92  $\overline{ب}$  هو [هو] 91  
 $\overline{om. B}$  [من نسبتين] 96  $\overline{س}$  مؤلفا  $\overline{C}$  وتؤلف [تؤلف] 96  $\overline{C}$   $\overline{ب و}$  [ب و] 96  $\overline{س}$   $\overline{ج ب}$  [ح ب] 96  $\overline{C}$   
 $\overline{س}$  [مع] 100  $\overline{س}$  واحد [واحدة] 98  $\overline{om. S}$  [جيب] 97  $\overline{add. B}$  نسبة [إلى] 97  $\overline{add. B}$  نسبة [إلى] 97  
 $\overline{marg. B}$  [فإذا ... المستقيم] 101-102  $\overline{add. et del. C}$  البروج [فلك] 101  $\overline{س}$   $\overline{ف ص}$   $\overline{C}$   $\overline{ب ص}$  [ب ص] 100  
 $\overline{س}$  مطلع [مطلع] 101

we add the degree of the declination to the latitude of the star: what results is its distance from the equator. Where the star is on circle  $ABGD$ , that reaches the meridian with its degree at the same time. Then we put the star outside the belt of the signs and not on the circle drawn through the poles of the two circles. We put it at point  $M$ ; through it and through the two poles we draw two arcs of great circles on which are  $Z M N S$ ,  $H M F C$ . So point  $F$  is the position of the star in the zodiac, point  $C$  is its position in the equator circle and point  $N$  is the degree of the zodiac that reaches the meridian with it. Arc  $MF$  is the latitude of the star, i.e. its distance from the belt of the signs and arc  $MS$  is its distance from the equator circle. It is shorter than  $MC$ , because  $MSC$  is right and  $MCS$  is smaller than a right [angle], as Ptolemy has proved. The ratio of the sine of  $HB$  to the sine of  $BZ$  is composed of two ratios, the ratio of sine  $HC$  to the sine of  $CM$  and of the sine of  $MS$  to the sine of  $ZS$ . Each of the arcs  $ZB$   $ZS$   $HF$  is a quarter of a circle and  $HB$  is  $113^{\circ}33'$ . We know  $FC$  from considerations of declination, because  $FG$  of the zodiac is known. It is what rises with  $BC$  of the equator circle at *sphaera recta*. When we convert  $FG$  [by tables] from the ascension at *sphaera*

المستقيم إلى درج السواء خرج لنا  $\overline{بص}$  فنعرف بها قوس  $\overline{فص}$  من جدول  
الميل وقوس  $\overline{مف}$  هي عرض الكوكب فتكون كل واحدة من قوسي  $\overline{حص}$   
 $\overline{صم}$  معلومة وتبقى من القسي المطلوبة قوس  $\overline{مس}$  فتكون معلومة .

- ونجعل لذلك مثلاً من كوكب العيوق ونجعله على نقطة  $\overline{م}$  وهو على  
105 ما وجدنا بالرصد في زماننا أعنى في سنة خمس وعشرين ومائتين من سني  
يزدجرد بن شهريار في خمسة أجزاء وعشرين دقيقة من الجوزاء فتكون قوس  
 $\overline{اف}$  من فلك البروج مائة وخمسة وخمسين جزءاً وعشرين دقيقة فندخل بها  
في جدول مطالع الفلك المستقيم ونأخذ ما يقابلها من درج السواء في  
السطر الأول فتخرج لنا قوس  $\overline{دص}$  من معدل النهار مائة وسبعة وخمسين  
110 جزءاً و  $\overline{١٣}$  دقيقة فننقص منها قوس  $\overline{ده}$  وهي  $\overline{ص}$  جزءاً فتبقى قوس  $\overline{هص}$   
سبعة وستين جزءاً وثلاث عشر دقيقة فندخل بها في جدول الميل ونأخذ ما  
يقابلها فتخرج لنا قوس  $\overline{صف}$  واحداً وعشرين جزءاً وسبعاً وثلاثين دقيقة  
فنزيدها على قوس  $\overline{فح}$  فتكون كل قوس  $\overline{صح}$  مائة وأحد عشر جزءاً  
وسبعاً وثلاثين دقيقة ونزيد أيضاً قوس  $\overline{صف}$  على قوس  $\overline{فم}$  التي هي  
115 للعرض وهي على ما وجدنا بالرصد للعيوق اثنان وعشرون جزءاً وخمسون  
دقيقة فتكون كل قوس  $\overline{صم}$  أربعة وأربعين جزءاً وسبعاً وعشرين دقيقة

C  $\overline{فص}$  [ح ص] 103 S  $\overline{ص}$  [ف ص] 102 add. C قوس [ك] 102 S اخرج [خرج] 102  
T ومائتين [ومائتين] 106 T أربع [CBSKPLM: خمس] 106 B وجد [وجدنا] 106 S ونجعل [ونجعل] 105  
CT, فندخلها [فندخل بها] 108 B  $\overline{١٥}$  جزءاً [خمس أجزاء] 107 B يزرد بن سهرابان [يزدجرد بن شهريار] 107  
ر  $\overline{ص}$  [د ص] 110 B لها [ك] 110 B الاستوا [السواء] 109 T بمعدل, C, جدول [في جدول] 109 B فدخل  
om. S  $\overline{قوس}^2$  111 om. C  $\overline{١٣}$  و... وستين جزءاً 111-112 B  $\overline{١٥٢}$  [مائة وسبعة وخمسين] 110 B  
C ونصف [ونزيد] 115 CB وتسعاً [وسبعاً] 115 om. CT  $\overline{١١٢}$  [في] 112 CBTS فندخلها [فندخل بها] 112  
T وجد [وجدنا] 116 om. CBT هي 115

*recta* to degrees of equality [*daraj al-sawā*], there emerges for us *BC*. So by it we know *FC* from the declination table; *MF* is the latitude of the star. So each of arcs *HC CM* is known. There remains the wanted arc *MS*; so it is known.

We make an example of that from the star *al-'ayyūq* [=  $\alpha$  Aurigae]. We put it at point *M*. It is as we have found by observation in our time, i.e. in year 225 in the era of Yazdajird ibn Shahriyār [i.e. 856–857 AD] at  $5^{\circ}20'$  of Gemini. So arc *AF* of the zodiac circle is  $155^{\circ}20'$ . With that we enter the table of ascensions at *sphaera recta* and take what degrees of equality are opposite it in the first column: there emerges for us arc *DC* of the equator,  $157^{\circ}13'$ . We subtract from it arc *DE*, which is  $90^{\circ}$ ; there remains arc *EC*,  $67^{\circ}13'$ . With that we enter the table of declination and take what is opposite it: there emerges for us arc *CF*,  $21^{\circ}37'$ . We add it to arc *FH*: the total arc *CH* is  $111^{\circ}37'$ . We also add arc *CF* to arc *FM*, which [stands] for latitude. It is as we have found by observation for *al-'ayyūq* [ $\alpha$  Aurigae]  $22^{\circ}50'$ . So the total arc *CM* is  $44^{\circ}27'$ .



فنضرب جيب قوس  $\overline{بح}$  وهو خمسة وخمسون جزءاً وعشر ثوانى بالمقدار  
الذى به يكون القطر مائة وعشرين جزءاً فى جيب قوس  $\overline{م ص}$  وهو اثنان  
وأربعين جزءاً ودقيقة واحدة وثانية فيبلغ ألفين وثلاثمائة وأحد عشر جزءاً  
120 ودقيقتين وخمساً وخمسين ثانية فنقسمها على جيب قوس  $\overline{ص ح}$  وهو خمسة  
وخمسون جزءاً وست وأربعون دقيقة وتسع وأربعون ثانية فيخرج لنا أحد  
وأربعون جزءاً وخمس وعشرون دقيقة وثلاث وخمسون ثانية فنسبة هذه  
الأجزاء إلى جيب قوس  $\overline{ز ب}$  كنسبة جيب قوس  $\overline{م س}$  إلى جيب قوس  $\overline{س ز}$   
ولكن جيب قوس  $\overline{ز ب}$  مساوٍ لجيب قوس  $\overline{س ز}$  لأن كل واحدة من قوسى  
125  $\overline{ز ب}$   $\overline{ز س}$  ربع دائرة لجيب قوس  $\overline{س م}$  أحد وأربعون جزءاً وخمس وعشرون  
دقيقة وثلاث وخمسون ثانية وقوس  $\overline{س م}$  ثلث وأربعون جزءاً وأربعون دقيقة  
بالتقريب وذلك بعد كوكب العميق عن فلك معدل النهار فى ناحية الشمال .

وأيضاً فى استخراج درجة الممر تكون نسبة جيب قوس  $\overline{ز ح}$  إلى جيب  
قوس  $\overline{ح ب}$  تؤلف من نسبتين من نسبة جيب قوس  $\overline{ز م}$  إلى جيب قوس  
130  $\overline{م س}$  ومن نسبة جيب قوس  $\overline{س ص}$  إلى جيب قوس  $\overline{ص ب}$  ولكن كل واحدة  
من قوسى  $\overline{ز ح}$   $\overline{ح ب}$   $\overline{ز م}$   $\overline{م س}$   $\overline{ص ب}$  معلومة وتبقى قوس  $\overline{س ص}$  مطلوبة  
فنضرب جيب قوس  $\overline{ز ح}$  وهو جيب الميل كله فى جيب قوس  $\overline{م س}$  وهو

118  $\overline{ب ح}$  S 118  $\overline{ن ح}$  S 118  $\overline{عشر}$  T 119  $\overline{ب ه يكون}$  tr. C 120  $\overline{وثانية}$  in corr. B  
120  $\overline{فيبلغ}$  T 121  $\overline{نقسمها}$  BS 121  $\overline{قوس}$  om. BS 123  $\overline{وثلث}$  om. S  
124-125  $\overline{ز ب}$  marg. T 124  $\overline{جيب}$  2 om. C 124  $\overline{قوس}$  2 om. S 124  $\overline{م س}$  S  
125  $\overline{قوسى}$  BS 127  $\overline{وثلث}$  supra T 130  $\overline{ج ب}$  S 130  $\overline{تؤلف}$  S  
131  $\overline{جيب}$  2 om. C 131  $\overline{جيب}$  1 om. C; 131  $\overline{ومن نسبة قوس}$  repet. C 132  $\overline{ب ح}$  marg. B 132  $\overline{مطلوبة}$  B  
131  $\overline{ص ب}$  S 131  $\overline{واحدة}$  C 132  $\overline{واحد}$  C 132  $\overline{ب ح}$  marg. B 132  $\overline{مطلوبة}$  B

We multiply the sine of arc  $BH$ , which is  $55^{\circ}10''$  in the scale in which the diameter is  $120^{\circ}$ , by the sine of arc  $MC$ , which is  $42^{\circ}1'1''$ . It makes  $2311^{\circ}2'55''$ . We divide it by the sine of arc  $CH$ , which is  $55^{\circ}46'49''$ . There emerges for us  $41^{\circ}25'53''$ . So the ratio of these parts to the sine of arc  $ZB$  is as the ratio of the sine of arc  $MS$  to the sine of arc  $SZ$ . But the sine of arc  $ZB$  is equal to the sine of arc  $SZ$ , because each of arcs  $ZB$   $ZS$  is a quarter of a circle. So the sine of arc  $SM$  is  $41^{\circ}25'53''$ , and arc  $SM$  is  $43^{\circ}40'$  approximately. That is the distance of the star *al-'ayyūq* from the equator circle on the northern side.

And also in obtaining the degree of passage [i.e. mediation], the ratio of the sine of arc  $ZH$  to the sine of arc  $HB$  is composed of two ratios, of the ratio of the sine of arc  $ZM$  to the sine of arc  $MS$  and of the ratio of the sine of arc  $SC$  to the sine of arc  $CB$ . But each of the arcs  $ZH$   $HB$   $ZM$   $MS$   $CB$  is known. There remains arc  $SC$  wanted. So we multiply the sine of arc  $ZH$ , which is the sine of the total declination, by the sine of arc  $MS$ , which is

جيب البعد وتقسم ما بلغ على جيب قوس مَز فما خرج ضربناه في جيب  
 قوس بَص ونقسم ما اجتمع على جيب قوس ح ب فيخرج لنا جيب قوس  
 135 ص س على مثل ما علمنا وهو تسعة أجزاء وتسع وثلاثون دقيقة وتسع  
 وخمسون ثانية وتكون قوس ص س تسعة أجزاء وست عشرة دقيقة وست  
 عشرة ثانية فننقصها من قوس د ص فتبقى قوس د س مائة وسبعة وأربعين  
 جزءاً وستاً وخمسين دقيقة وأربعاً وأربعين ثانية فنحولها أيضاً من درج المطالع  
 140 بالفلك المستقيم إلى درج السواء فتخرج لنا قوس أ ن من فلك البروج مائة  
 وخمسين جزءاً واثنى عشرة دقيقة فنقطه ن التي توافي مع الكوكب وسط  
 السماء في اثنتى عشرة دقيقة من الجوزاء .

وعلى مثل ما وصفنا نستخرج أبعاد الكواكب الثابتة من معدل النهار  
 والدرجة التي يوافي مع كل كوكب منها وسط السماء ولكي يكون ما وصفنا  
 في باب مفهوم يؤدي في كل الجهات إلى ما علمنا فلنصف بقول جامع كيف  
 145 نستخرج ذلك لكل كوكب في كل موضع من الفلك فإذا أردنا أن نعرف بعد  
 الكوكب من معدل النهار أخذنا الميل كه فنقصناه من تسعين وجعلنا ما بقي  
 جيباً وهو الجيب الأول ثم أخذنا من أول الجدى إلى درجة الكوكب في  
 الطول وأدخلنا ذلك جدول مطالع الفلك المستقيم وأخذنا ما بحياه من درج  
 السواء فما خرج لنا فهو الحصة فننقص من الحصة تسعين جزءاً وندخل ما  
 150

CBT وسج [وتسع 136 S ط ل ر تسعة ... دقيقة 136 S م س T, فص [ب ص 135 S م ن [م ز 134  
 om. [مثل 143 S add. في [الكوكب 141 S ل ن [أ ن 140 om. S أيضاً 139 B فننقص [فننقصها 138  
 BS علمنا [علمنا 145 om. B [ما 145 S الكوكب [كل كوكب منها 144 C ممها موضع [مع 144 C  
 S بما [ما 150 marg. B [الأول 148 add. C الآن [فلنصف 145  
 add. T وذلك ما أردنا أن نين [الجوزاء 142

the sine of the distance [sc. from the equator]. We divide the result by the sine of arc *MZ*: what results we multiply by the sine of arc *BC* and what assembles we divide by the sine of arc *HB*: there emerges for us the sine of arc *CS*, as we have proceeded; it is  $9^{\circ}39'59''$  and arc *CS* is  $9^{\circ}16'16''$ . We subtract it from arc *DC*: there remains arc *DS*,  $147^{\circ}56'44''$ . We convert them from degrees of ascension at *sphaera recta* to degrees of equality: there emerges for us arc *AN* of the zodiac,  $150^{\circ}12'$ . So point *N*, which reaches mid-heaven together with the star, is at  $12'$  of Gemini<sup>18</sup>.

In the way that we have described, we obtain the distances of the fixed stars from the equator and the degree which reaches mid-heaven with each of the stars; and in order that what we have described is in understandable form, leading in all directions to what we have learnt, let us now describe in a comprehensive way how we obtain that for each star in each position of the sphere. When we want to know the star's distance from the equator, we take the total declination from  $90$ ; what remains we make a sine: it is the first sine. Then we take in longitude [what is] the beginning of Capricorn to the degree of the star. With that we enter the table of ascensions at *sphaera recta* and take what is opposite it of degrees of equality: what emerges for us is the argument [*hiṣṣa*]. From the argument we subtract  $90^{\circ}$  and with what remains

<sup>18</sup> "Q.E.D." add. T.

بقي جدول الميل ونأخذ ما بحياه من أجزاء الميل فهو ميل الحصة ثم ننظر  
فإن كان عرض الكوكب وميل حصة الكوكب في جهة واحدة جمعناهما وإن  
كانا في جهتين مختلفتين نقصنا الأقل من الأكثر فما حصل بعد ذلك جعلناه  
جيباً وهو الجيب الثاني ثم ننقص الحصة من تسعين ونجعل ما بقي جيباً وهو  
الجيب الثالث ثم نضرب الجيب الأول في الجيب الثاني فنقسم ما اجتمع على  
الجيب الثالث فما خرج جعلناه قوساً فما خرج من القوس فهو بعد الكوكب  
من معدل النهار فإن كان عرض الكوكب وميل حصة الكوكب في جهة  
واحدة فالبعد في تلك الجهة وإن كانا في جهتين مختلفتين فالبعد في جهة  
الأكثر منهما .

وإذا أردنا معرفة الدرجة التي توافي مع الكوكب وسط السماء نقصنا  
أيضاً الميل كله من تسعين وجعلنا ما بقي جيباً وهو الجيب الأول وجعلنا  
الميل كله جيباً وهو الجيب الثاني وجعلنا بعد الكوكب من معدل النهار جيباً  
وهو الجيب الثالث ونقصنا البعد من تسعين وجعلنا ما بقي جيباً وهو الجيب  
الرابع ونجعل حصة الكوكب التي خرجت لنا من المطالع جيباً وهو الجيب  
الخامس ثم نضرب الجيب الثاني في الجيب الثالث ونقسم ما اجتمع على  
الجيب الرابع فما خرج ضربناه في الجيب الخامس فما اجتمع قسمناه على  
الجيب الأول فما خرج جعلناه قوساً فإن كان الكوكب فيما بين أول السرطان

add. B منها [الأكثر 153 add. T منها [الأقل 153 B مثل [ميل 151 add. T في [بقي 151  
supra [قوساً 156 om. S [الجيب 155 add. BS ميل [نقص 154 S فهو قوس وبعد [بعد 153  
l. 183 S وقت العمل transp. post [وإذا ... السماء 160-173 T خرج marg. حصل [خرج 156 T  
T قسمنا [قسمناه 166 B جهة [حصة 164 add. S في [الكوكب 160

we enter the table of declination and take what is opposite it of degrees of declination: it is the declination of the argument. Then we look: if the latitude of the star and the declination of the star's argument are on the same side, we add them, and if they are on different sides, we subtract the smaller from the greater. What results after that we make a sine: it is the second sine. Then we subtract the argument from 90 and make what remains a sine: it is the third sine. Then we multiply the first sine by the second sine and divide the product by the third sine. What emerges we make an arc; and what emerges from the arc is the distance of the star from the equator. If the latitude of the star and the declination of the star's argument are on the same side, the distance is on that side; and if they are on different sides, the distance is on the side of the greater of the two.

When we want to determine the degree that reaches the meridian with the star, we also subtract the total declination from ninety and make what remains a sine: it is the first sine. We make the total declination a sine. It is the second sine. We make the distance of the star from the equator a sine. it is the third sine. We subtract the distance from ninety and make what remains a sine. It is the fourth sine. We make the argument of the star that emerged for us from the ascension a sine. It is the fifth sine. Then we multiply the second sine by the third sine and divide the product by the fourth sine. What emerges we multiply by the fifth sine. The product we divide by the first sine, and what emerges we make an arc. If the star is between the beginning of Cancer



إلى أول الجدى وبعده من معدل النهار شمالي زدنا ما خرج لنا على حصة  
الكوكب وإن كان بعده في جهة الجنوب نقصناه منها وإن كان الكوكب فيما  
بين أول الجدى إلى أول السرطان وبعده من معدل النهار شمالي نقصنا ما  
170 خرج لنا من حصة الكوكب وإن كان في جهة الجنوب زدناه عليها فما حصل  
بعد الزيادة والنقصان أدخلناه جدول مطالع الفلك المستقيم وأخذنا ما بحياه  
من درج السواء فما خرج لنا فهو موضع الدرجة التي توافي مع الكوكب  
وسط السماء .

فإذا عرفنا بعد الكوكب من فلك معدل النهار نقصناه من تسعين فما  
175 بقى فهو بعده من القطب الشمالى فنعرف نصف قطر مداره في الصفيحة من  
جدول المدارات ومثال ذلك أن بعد العيوق من معدل النهار ثلثة وأربعون  
جزءاً وأربعون دقيقة في جهة الشمال فيكون بعده من القطب الشمالى ستة  
وأربعين جزءاً وعشرين دقيقة فندخل ذلك الجدول الذى عملناه لأنصاف  
أقطار المدارات ونأخذ ما بحياه فيخرج لنا نصف قطر مداره في الصفيحة  
180 ثمانية أجزاء وأربعة وعشرين دقيقة وكذلك نستخرج أنصاف أقطار المدارات  
لكل ما نريد من الكواكب في الأسطرلاب ونثبت ذلك في الجدول ليكون  
ميسراً لنا عند وقت العمل .

B عليها [عليها] 171 om. C [نقصناه... شمالي 169-170 T من [في 169 BS فإن [وإن 169  
C, corr. ez معدل [فلك معدل 175 om. S [فما... السماء 173-174 C أو النقصان [والنقصان 172  
B الجداول [الجدول 182 add. T في [ذلك 179 B من [في 178 supra T [فهو 176 B معدل فلك  
add. T إن شاء الله [العمل 183 B ميسر [ميسراً 183

add. S في جهة الشمال [دقيقة 179

and the beginning of Capricorn and its distance from the equator is northern, we add what emerges for us to the argument of the star; and if its distance is on the south side, we subtract it from it. And if the star is between the beginning of Capricorn and the beginning of Cancer and its distance from the equator is northern, we subtract what emerges for us from the argument of the star; and if it [sc. its distance] is on the south side, we add it to it. With what results after addition or subtraction we enter the table of ascension at *sphaera recta* and take what degrees of equality are opposite it: what emerges for us is the position of the degree that arrives with the star at the meridian.

When we have determined the distance of the star from the equator circle, we subtract it from ninety: what remains is its distance from the north pole. We determine the semidiameter of its course in the plate from the table of courses. An example of that: the distance of *al-'ayyūq* from the equator is  $43^{\circ}40'$  on the north side; so its distance from the north pole is  $46^{\circ}20'$ <sup>19</sup>. With that we enter the table which we have made for the semidiameters of the courses and take what is opposite it for us. There emerges for us the semidiameter of its course in the plate,  $8^{\text{p}}24'$ . Similarly, the semidiameters are obtained for all the stars that we want in the astrolabe and we establish that in a table, so that it is made easy for us when constructing [the astrolabe].

<sup>19</sup> "on the northern side" add. S.



النهار قوس س ب ستين جزءاً ونخرج خط س ع يوازي خط ب د فخط س ع  
 قطر دائرة ارتفاع ستين جزءاً عن الأفق ونخرج خطي ج ع ج س وننفذهما  
 إلى خط زح يقطعانه على نقطتي ن م فخط ن م في الصفيحة قطر مقنطرة  
 ستين جزءاً وقوس أ ع ثلثون جزءاً وكل قوس أ س تسعون جزءاً ولكن خط  
 200 أن نصف قطر مدار نقطة س وخط أ م نصف قطر مدار نقطة ع فنأخذ قدر  
 خط أن من أنصاف أقطار المدارات فنجده تسعة عشر جزءاً وتسعاً وثلثين  
 دقيقة فننقص منه خط أ م وهو خمسة أجزاء وست عشرة دقيقة فيبقى خط  
 م ن أربعة عشر جزءاً وثلثاً وعشرين دقيقة بالتقريب وخط م ي نصف قطر  
 مقنطرة ستين يكون سبعة أجزاء وأحدى عشرة دقيقة وثلثين ثانية فنزيد عليها  
 205 خط أ م فيكون كل خط أ ي اثني عشر جزءاً وثمانياً وعشرين دقيقة وذلك  
 بعد مركز هذه المقنطرة من مركز الصفيحة وعلى هذا المثال نستخرج أنصاف  
 أقطار جميع المقنطرات وأبعاد مراكزها من مركز الصفيحة لجميع الأقاليم ونثبت  
 ذلك في الجدول ليكون ميسراً عند وقت العمل .

[6] ولنبين أيضاً كيف نستخرج أنصاف أقطار الدوائر التي تحد

210 السموت في دائرة الأفق في الأسطرلاب فنخط فلك نصف النهار عليه أ ب جـ

وكذلك [وكل 199 T فقطمانه [يقطمانه 198 C جم و [جس 197 C د ع [ج ع 197 C د س [س ب 196  
 B م ن [م ن 203 S add. S في الصفيحة [ع 200 S add. S في الصفيحة [س 200 S [أ ز [ان 200 S  
 T, فخط [وخط om. B; وخط ... ثانية 203-204 T marg. T لما وعشرين دقيقة [وثلثاً وعشرين دقيقة 203  
 سبعة أجزاء om. T, يكون ... ثانية 204 TS مدار هذه المقنطرة [مقنطرة ستين 204 S فيكون خط  
 om. [أنصاف 206 B [مركز 206 C [أ ب [أ ي 205 C om. C [خط 205 S و ١٢ دقيقة بالتقريب  
 supra T عند 208 T add. T لا; marg. B; لا; B ميسر [ميسراً 208 BS الجداول [الجدول 208 BS  
 om. S [نصف 210 C دوائر [دائرة 210 C نمحدث [نمحدث 209 add. CT إن شاء الله [العمل 208

add. S فنقسمه بنصفين على ي [بالتقريب 203

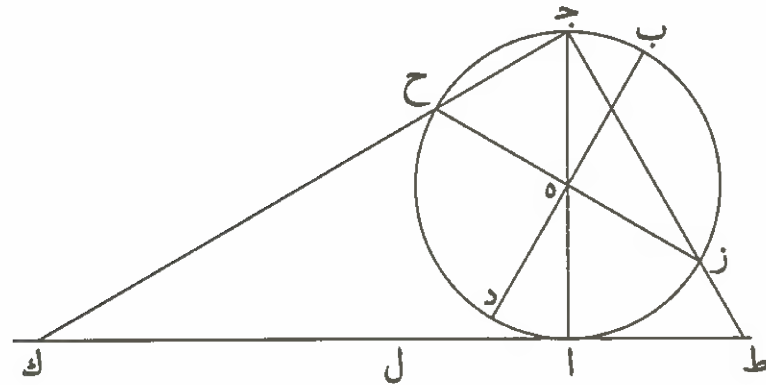
arc  $SB$ ,  $60^\circ$ . We draw line  $SO$  parallel to line  $BD$ : line  $SO$  is the diameter of the altitude circle of  $60^\circ$  from the horizon. We draw lines  $GO$ ,  $GS$  and let them run through to line  $ZH$ , cutting it at points  $N$ ,  $M$ . Therefore line  $NM$  on the plate is the diameter of the almucantar of  $60^\circ$ . Arc  $AO$  is  $30^\circ$ ; the total arc  $AS$  is  $90^\circ$ . But line  $AN$  is the semidiameter of the course of point  $S$  and line  $AM$  is the semidiameter of the course of point  $O$ . So we take the amount of line  $AN$  from the semidiameters of the courses and we find it  $19^\circ 39'$ . We subtract from it line  $AM$ , which is  $5^\circ 16'$ : there remains line  $MN$ ,  $14^\circ 23'$  approximately<sup>21</sup>. Line  $MY$ , the semidiameter of the almucantar of  $60^\circ$ , is  $7^\circ 11' 30''$ . So we add to it line  $AM$ : the whole of line  $AY$  is  $12^\circ 28'$  and that is the distance of the centre of this almucantar from the centre of the plate. According to this model we obtain the semidiameters of all the almucantars and the distances of their centres from the centre of the plate for all the climates. We lay that out in the table, so that it is helpful when constructing [the astrolabe].

[6] Let us also show how we determine the semidiameters of the circles that define the azimuths in the horizon circle in the astrolabe: we draw the meridian circle, on which are  $A B G$

<sup>21</sup> "we bisect it at  $Y$ " add. S.



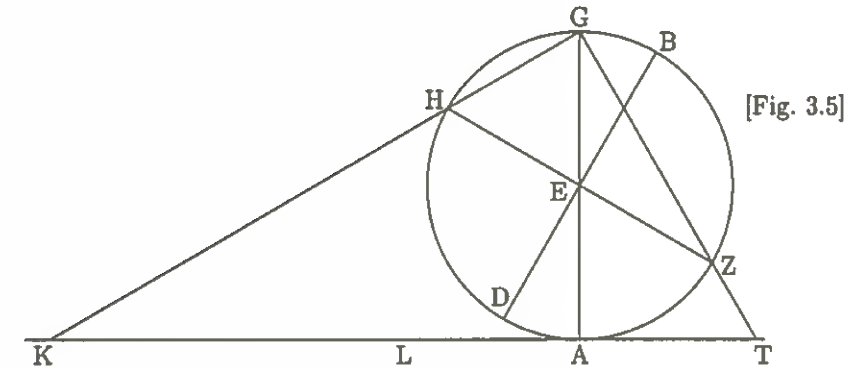
د ونجعل نقطة آ القطب الشمالى ونقطة ج القطب الجنوبى ونفصل قوس  
ج ب بقدر عرض الإقليم ونخط نصف دائرة الأفق الشرقى للإقليم عليه ب ه  
د وأيضاً نصف دائرة أفق الفلك المستقيم عليه ج ه آ ونخط أولاً من دوائر



السموت نصف الدائرة التى تقطع دائرة نصف النهار على زوايا قائمة وهى  
التي تقطع قوس الأفق على مطلع الحمل والميزان عليه ز ه ح فيين أن نقطة  
215 ه مشتركة للثلاث الدوائر وكل واحدة من قسى ب ه ه ج ه ح ربع دائرة ونجيز  
على نقطة آ خط نصف النهار فى الصفيحة عليه ط ك ونخرج خطى ج ح  
جز وننفذهما إلى خط ط ك يقطعانه على نقطتى ط ك ونقسم ط ك بنصفين  
على ل فنقطه ط سمت الرأس فى الصفيحة وط ك قطر هذه الدائرة فعلى ما  
220 بينا فيما تقدم يكون خط آ ك نصف قطر مدار نقطة ح وخط آ ط نصف  
قطر مدار نقطة ز فنأخذ لكل واحد من نقطتى ح ز نصف قطر مدارها فى

S ونصف B, وأيضاً نصف 213 T فى الإقليم 212 add. C قطر [نصف 212  
دوائر [لثلاث الدوائر 216 S فيين B, فيين 215 om. S [على 215 B زاوية [زوايا 214  
om. BS [يقطعانه ... ل ه; C; repet. C; [يقطعانه 218 S ه ج, C, ج ح [ه ح 216 S لثلاث  
om. S [خط 220 in corr. B [الدائرة 219 B قطر 219 B الرأس 219

D and make point A the north pole and point G the south pole. We cut off arc GB in the amount of the latitude of the climate and we draw the semicircle of the eastern horizon of the climate on which are B E D, and also the semicircle of the horizon at *sphaera recta*, on which are G E A. Of the azimuth circles we first draw the semicircle that cuts the



meridian circle at right angles – which is the one that cuts the arc of the horizon at the rising-place of Aries and Libra –, on which are Z E H. It is clear that point E is common to the three circles and each of arcs BE, EG, EH is a quarter of a circle. Through point A we pass the meridian line in the plate, on which are T K. We draw lines GH, GZ and continue them to line TK, cutting it at points T K. We bisect TK at L: point T is the zenith in the plate and TK is the diameter of this circle. According to what we have shown in the preceding, line AK is the semidiameter of the course of point H and line AT is the semidiameter of the course of point Z. For each of points H Z we take the semidiameter of its course in

الصفحة على مثل ما بينا ونجمع ذلك فيخرج لنا خط ط ك قطر الدائرة  
خمس وأربعين جزءاً واثنين وعشرين دقيقة ويكون خط ل ط نصف القطر  
اثنين وعشرين جزءاً وإحدى وأربعين دقيقة وليست بنا حاجة إلى استخراج  
225 مواضع المراكز إذ قد بينا أنها تقع على خط واحد وقد يمكننا أن نرسم هذه  
الدائرة في سطح الأسطرلاب من غير معرفة نصف قطرها إذا خططناها على  
نقطتي مطلع الحمل ومغربه ونقطة سمت الرأس وإنما استخراجنا نصف  
قطرها بالحساب لأن به تستخرج أنصاف أقطار سائر الدوائر التي للسموت  
كما نصف .

230 فنعيد أيضاً الصورة ونخرج من نقطة ل الخط الذي بينا أن مراكز  
دوائر السموت تقع عليه وعليه ق ل س ونأخذ من نقطة ه في نصف دائرة  
الأفق قوس ه ز ونجعلها ثلثين جزءاً وندير على نقطة ز وعلى نقطة سمت  
الرأس نصف دائرة ح ز ع وهي الدائرة التي تحد سمت ثلثين جزءاً من مطلع  
الحمل وتكون قوس ز ب ستين جزءاً فزاوية ز ح ب أصغر من قائمة ونخرج  
من نقطة ج إلى قوس ح ز ع قوساً من فلك عظيم عليها ج ك ونجعل زاوية  
235 ج ك ع قائمة ونتم دائرة ح ز ع م ونخرج أيضاً من نقطة أ إلى قوس ح م ع  
قوساً من فلك عظيم وعلى زاوية قائمة من قوس ح م ع عليها أ م فتبين أن  
قوسى أ م ج ك من دائرة واحدة وهي الدائرة التي تمر على القطبين وتقطع

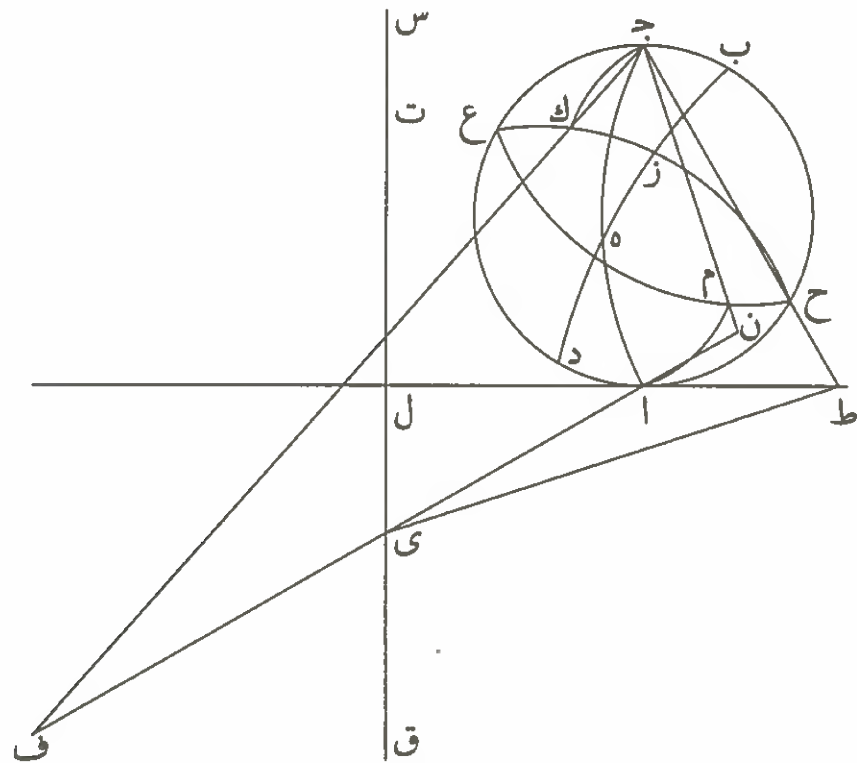
CT الدوائر [الدائرة] 226 B تقطع [تقع] 225 CBS وليس [وليست] 224 in corr. C [ل ط] 223  
T مركز [مراكز] 230 S يحد السموت [للمسموت] 228 C والميزان ومعرفة نقطة [ومغربه ونقطة] 227  
om. S<sup>1</sup> نقطة 232 S عليه ق ل س B ق ل س om. C, [وعليه ق ل س] 231 om. S [السموت] 231  
S وتم [ونتم] 236 B قوسى [قوس] 235 S ز ح ب [ز ح ب] 234 in corr. C [وعلى] 232 BS  
BS على [وعلى] 237 S جزع [ح ز ع م] 236

the plate, as we have shown; we add that up: there emerges for us line  $TK$ , the diameter of the circle,  $45^{\circ}22'$ ; line  $LT$  is the semidiameter,  $22^{\circ}41'$ . There is no need for us to determine the positions of the centres, since we have shown that they fall on one line<sup>22</sup>. We can draw this circle in the plane of the astrolabe without knowing its semidiameter, when we draw it through the rising and setting points of Aries and [through] the zenith point. We have only determined its semidiameter by calculation, because by it are determined the semidiameters of the other circles [standing] for the azimuths, as we shall describe.

Again, we redraw the figure. From point  $L$  we draw the line on which we have shown the centres of the azimuth circles to fall; on it are  $Q L S$ . In the semicircle of the horizon, from point  $E$  we take arc  $EZ$  and make it  $30^{\circ}$ . Through point  $Z$  and through the zenith point we draw semicircle  $HZO$ , which is the circle that defines the azimuth of  $30^{\circ}$  from the rising point of Aries; and arc  $ZB$  is  $60^{\circ}$ . So angle  $ZHB$  is less than a right [angle]. From point  $G$  to arc  $HZO$  we draw an arc of a great circle [*falak 'azīm*] on which are  $G K$ ; we make angle  $GKO$  right. We complete circle  $HZOM$ . Also, from point  $A$  to arc  $HMO$  we draw an arc of a great circle at a right angle from arc  $HMO$ ;  $A M$  are on it. So it is clear that arcs  $AM GK$  are of the same circle, which is the circle going through the poles and cutting

<sup>22</sup>The meaning of this sentence is obscure: for the subject in this passage is one special circle; and in the next section a procedure for finding the place on the line for any centre is described.

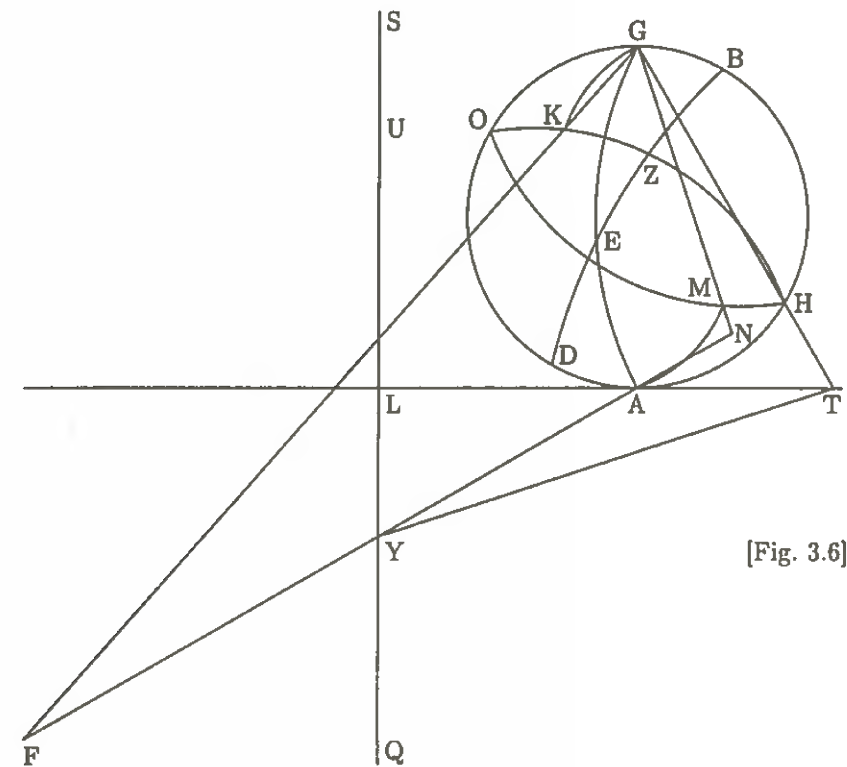
دائرة ح ز ع م على زوايا قائمة ونخرج خط ج ك وننفذه إلى سطح الصفيحة  
 240 فيقع على نقطة ف ونخرج في الصفيحة خط آ ف يقطع خط ق ل س على



نقطة ي ونخرج في الكرة خط ج م وننفذه إلى سطح الصفيحة ونخرج خط  
 ف آ فيلتقيان على نقطة ن من أجل أن خطوط ج ن ج ف ف ن في سطح  
 الدائرة التي أخذنا منها قوسى ج ك آ م وهذه الدائرة تقطع دائرة ح ز ع م

C ول س [ق ل س] 240 B نصف آ ف [نقطة ف] 240 om. S [فيقع] 240 C زاوية [زاوية] 239  
 ز [ن] 242 B خطا [خط] 241 add. BTS إليه [2 ونخرج] 241 add. S على نقطة ن [الصفيحة] 241  
 B الملية [الدائرة] 243 S ج م [ف ن] 242 S ج ك [ج ف] 242 S ج م [ج ن] 242 B  
 243 [التي أخذنا منها] marg. B

circle  $HZOM$  at right angles. We draw line  $GK$  and produce it to the plane of the plate: it falls on point  $F$ . We draw on the plate line  $AF$  cutting line  $QLS$  at point  $Y$ . On the sphere we draw line  $GM$



[Fig. 3.6]

and produce it to the plane of the plate. We produce [nukhrīj] line  $FA$ : they [lines  $FA GM$ ] meet at point  $N$ , because lines  $GN GF FN$  are in the plane of the circle from which we took arcs  $GK AM$ . This circle cuts circle  $HZOM$



على زوايا قائمة بخط جـك أقصر الخطوط التي تخرج من نقطة جـ إلى دائرة  
 حـزـعـم وخط جـم أطولها فالمخروط الذي قاعدته دائرة حـزـعـم قد فصله  
 245 مثلث جـفـن على هذين الخطين وخرج سطح المثلث إلى سطح الأسطرلاب  
 فصار فصلهما المشترك خط نـف فخط نـف قطر دائرة حـزـعـم في سطح  
 الأسطرلاب على ما بينا في شكل المخروط في النوع الأول فمركز دائرة  
 حـزـعـم في الصفيحة يقع على خط فـن وقد بينا أيضاً فيما تقدم أنه يقع  
 250 على خط قـلـس فنقطة يـ مركز هذه الدائرة ونخرج من نقطة يـ إلى  
 نقطة طـ وهي سمت الرأس خط يـط فخطوط يـط يـن يـف متساوية لأن  
 كل واحد منها نصف قطر الدائرة ونفصل من خط يـس خط يـت مثل خط  
 يـط فخط يـت نصف قطر هذه الدائرة أيضاً فالدائرة المخطوطة على نقطة  
 يـ ويبعد يـط تمر على نقط نـبـف ولكن قوس بـز من دائرة الأفق  
 ستون جزءاً وكل واحدة من قوسي بـع زـع ربع دائرة وقوس جـع هو ما  
 255 ينقص <به> عرض الإقليم من تسعين فيبين أن باليسير من العمل تعلم  
 قوس جـك على مثل ما نستخرج أقدار قسي الميل نسبة جيب قوس زـب

C بالمخروط [فالمخروط 245 in corr. T دائرة 244 CBS وخط [خط 244 C زاوية [زوايا 244  
 جـفـل [خط 247 B لـف [نـف 247 CBS فصله [فصلهما 247 C فكان [فصار 247 B حـفـر [جـفـن 246  
 لـف [يـف 251 B بر [يـن 251 S قـلـس [قـلـس 250 om. CBS يقع [يقع 249 B لـف [نـف 247 T  
 T, يـث B, لـب [يـت 252 om. S خط 252 S قـلـس B, لـس [يـس 252 marg. B كل 252 B  
 T, نقطه نـث B, نقطتي رـب C, نقطه نـبـف [نقط نـبـف 254 S يـب T, يـث [يـت 253 S يـب  
 CS, واحد [واحدة 255 S ستين B, بستين [ستون 255 marg. B لكن 254 S نقطتي نـب  
 S فتين B, فنين [فين 256 S جـع [جـع 255 C زـع [بـع 255 B وقوسي [من قوسي 255 B وحدة  
 257 T مـك [جـك 257 T باليسير [باليسير 256 supra T جيب 257

add. S وقد تقاطعا على نقطة يـ [قـلـس 250

add. S وهو ستون جزءاً [تسعين 256

add. S تمام سمت [زـب 257

at right angles and so line  $GK$  is the shortest of the lines that emerge from point  $G$  to circle  $HZOM$  and line  $GM$  is the longest of them. Therefore triangle  $GFN$  cuts off the cone whose base is circle  $HZOM$  on these two lines. The plane of the triangle extends to the plane of the astrolabe. So their common section becomes line  $NF$ . Therefore line  $NF$  is the diameter of circle  $HZOM$  in the plane of the astrolabe, as we have explained in the proposition on the cone in Chapter 1. So the centre of circle  $HZOM$  in the plate is on line  $FN$ . We have also shown in the preceding that it falls on line  $QLS$ <sup>23</sup>: therefore point  $Y$  is the centre of this circle. From point  $Y$  to point  $T$ , which is the zenith, we draw line  $YT$ . Therefore lines  $YT$ ,  $YN$ ,  $YF$  are equal, because each of them is a semidiameter of the circle. From line  $YS$  we cut off line  $YU$  equal to line  $YT$ : so line  $YU$  is also a semidiameter of this circle. Therefore the circle drawn about point  $Y$  and with distance  $YT$  goes through points  $N$   $U$   $F$ . But arc  $BZ$ , of the horizon circle, is  $60^\circ$  and each of arcs  $BO$   $ZO$  is a quadrant of a circle and arc  $GO$  is that by which the latitude of the climate falls short of  $90^\circ$ <sup>24</sup>. Therefore it is clear that with little work arc  $GK$  becomes known in the same way as we determine the quantities of the arcs of declination: the ratio of the sine of arc  $ZB$ <sup>25</sup>

<sup>23</sup> "– they [sc. lines  $FN$  and  $QLS$ ] intersect at point  $Y$  –" add. S.

<sup>24</sup> "and it is sixty degrees" add. S.

<sup>25</sup> "the complement of the azimuth" add. S.

إلى جيب قوس  $\overline{ب ع}$  كنسبة جيب قوس  $\overline{ك ج}$  إلى جيب قوس  $\overline{ج ع}$  فنأخذ  
 جيب قوس  $\overline{ز ب}$  وهي أحد وخمسون جزءاً وسبع وخمسون دقيقة واثنان  
 وأربعون ثانية بالمقدار الذي يكون به القطر مائة وعشرين جزءاً فنضربها في  
 260 جيب قوس  $\overline{ج ع}$  وهو أيضاً أحد وخمسون جزءاً وسبع وخمسون دقيقة  
 واثنان وأربعون ثانية فيبلغ ذلك ألفين وسبع مائة جزءاً وصفرًا وثلاثاً وخمسين  
 ثانية فنقسمها على جيب قوس  $\overline{ب ع}$  وهي ٦٠ جزءاً فيخرج لنا جيب قوس  
 $\overline{ك ج}$  خمسة وأربعين جزءاً وصفرًا وثانية فقوس  $\overline{ك ج}$  تكون ثمانية وأربعين  
 265 جزءاً وخمسة وثلاثين دقيقة بالتقريب وكذلك أيضاً تكون قوس  $\overline{أ م}$  ولكن خط  
 $\overline{أ ن}$  في الصفحة نصف قطر مدار نقطة  $\overline{م}$  وخط  $\overline{أ ف}$  نصف قطر مدار نقطة  
 $\overline{ك}$  فإذا نقصنا قوس  $\overline{ج ك}$  من مائة وثمانين جزءاً فالذي يبقى هو بعد نقطة  $\overline{ك}$   
 من نقطة  $\overline{أ}$  في الدائرة المخطوطة على نقط  $\overline{أ م ج ك}$  فنستخرج نصف قطر  
 مدار نقطة  $\overline{ك}$  ونزيد عليه نصف قطر مدار نقطة  $\overline{م}$  ونجمعهما فيكون ذلك  
 خط  $\overline{ن ف}$  وهو اثنان وخمسون جزءاً وأربع وعشرون دقيقة بالمقدار الذي به  
 270 يكون قطر مدار الجدي ستين جزءاً لأن بهذه الأقدار استخرجنا أنصاف  
 أقطار جميع المدارات فكل واحد من خطي  $\overline{ي ن}$   $\overline{ي ط}$  ستة وعشرون جزءاً  
 واثنان عشرة دقيقة ولكن من أجل أن خط  $\overline{ي ط}$  في الدوائر التي تقرب من

فبلغ [فيلغ] 262 tr. BS [يكون به] 260 C وهو [وهي] 259 CT, مع marg. T [ب ع] 258  
 om. [لنا] 263 om. C [ب ع] ... قوس 263 om. BS [وثلثاً] 262 C وسفر [وسفر] 262 BS  
 فانا [فإذا] 267 om. C [نصف] 266 add. C يكون [الصفحة] 266 S و٢٨ [وخمسة وثلاثين] 265 BS  
 T نقطه [نقط] 268 marg. C بعد [بعد] 267 C ح ك [ج ك] 267 C انقصنا [انقصنا] 267 B  
 C ي ك [ي ط] 272 BS ير [ي ن] 272 add. S القطر [ن ف] 270 BS ونجمعها [ونجمعها] 269  
 B يعرف [تقرب] 273 C الدائرة [الدوائر] 273 supra T [خط] 273

add. S لأن كل واحد منهما نصف قطر للدائرة [دقيقة] 273

to the sine of arc  $BO$  is as the ratio of the sine of arc  $KG$  to the sine of arc  $GO$ . So we take the sine of arc  $ZB$ , which is  $51^{\circ}57'42''$ , in the scale in which the diameter is  $120^{\circ}$ ; we multiply it by the sine of arc  $GO$ , which is also  $51^{\circ}57'42''$ : that amounts to  $2700^{\circ}0'53''$ . We divide them by the sine of arc  $BO$ , which is  $60^{\circ}$ : there emerges for us the sine of arc  $KG$ ,  $45^{\circ}0'11''$ . Therefore arc  $KG$  is  $48^{\circ}35'$  approximately. Similarly also arc  $AM$  is [found]. But line  $AN$  in the plate is the semidiameter of the course of point  $M$ ; and line  $AF$  is the semidiameter of the course of point  $K$ . So when we subtract arc  $GK$  from  $180^{\circ}$ , what remains is the distance of point  $K$  from point  $A$  in the circle described on points  $A, M, G, K$ . We determine the semidiameter of the course of point  $K$ ; and we add to it the semidiameter of the course of point  $M$  and add them together. That is line  $NF$ , and it is  $52^{\circ}24'$  in the scale in which the diameter of the course of Capricorn is  $60^{\circ}$ , because in these units [*aqdār*] we have determined the semidiameters of all the courses. Therefore each of lines  $YN$   $YT$  is  $26^{\circ}12'26''$ . But because line  $YT$  in the circles which are near

<sup>26</sup> "because each of the two is a semidiameter of the circle" add. S.

دائرة سمت مطلع الحمل في الصفيحة يقع قريباً من خط  $\overline{ل ط}$  ومساوياً له  
 275 بالتقريب فيعسر رسم خط  $\overline{ي ل}$  على الحقيقة وإن وقع في خط  $\overline{ق ل س}$  ذلك  
 وقع لذلك في خط  $\overline{ي ل}$  الاختلاف الكثير فإن نحن ضربنا خط  $\overline{ي ط}$  في مثله  
 ونقصنا مما اجتمع خط  $\overline{ل ط}$  مضروباً في مثله وأخذنا جذر ما بقي فيكون  
 خط  $\overline{ي ل}$  فننقصه من خط  $\overline{ي ت}$  وهو نصف القطر أيضاً يبقى لنا خط  $\overline{ل ت}$   
 ثلاثة عشر جزءاً وست دقائق بالتقريب .

280 فإذا استخرجنا خط  $\overline{ل ت}$  لجميع دوائر السمات لم يكن فيما لعله يقع  
 من الزلل عند العمل في خط  $\overline{ق ل س}$  ما يدخل علينا في تخطيط الدوائر على  
 خط  $\overline{ل ت}$  ما يحس قدره لأن الزلل الكثير في خط  $\overline{ق ل س}$  لا يغير من نقطة  
 $\overline{ت}$  عن ممر الدائرة المخطوطة عليها وعلى نقطة  $\overline{ط}$  ما يدرك ولا ما يحس  
 فلذلك جعلنا بدل استخراجنا مواضع المراكز من خط  $\overline{ق ل س}$  استخراج المواضع  
 285 التي تقاطع عليها الدوائر خط  $\overline{ق ل س}$  .

C ل ك BTSMLKP: ي ل 275 om. C رم 275 B فنعيس 275 C ل ك [ل ط] 274  
 B, ط ي ل [ي ل] 278 B مضروب [مضروباً] 277 C الكبير [الكثير] 276 T ذلك B كذلك [لذلك] 276  
 ل ت CBS, ل ب [ل ت] 278 om. T 3خط 278 om. T أيضاً 278 S ب ي [ي ت] 278 T ل  
 ل ت CS, ل ب [ل ت] 282 om. S عند العمل 281 T لعة [لعة] 280 S ل ب, ل ت [ل ت] 280 T  
 C الدوائر [الدائرة] 283 S ب, ت [ت] 283 C ق ل س [ق ل س] 282 B محس [محس] 282 T  
 S المواضع [المواضع] 284 B محس [محس] 283

add. B ملقيان على نقطة عندها ف; add. C; والله أعلم بالحقيقة [ق ل س] 285

the circle of the azimuth of the rising place of Aries in the plate falls near the line  $LT$  and approximately equal to it, line  $YL$  is hard to draw according to the real situation. If that happens on line  $QLS$ , there therefore happens in line  $YL$  a great disparity. So if we multiply line  $YT$  by itself and subtract from the product line  $LT$  multiplied by itself, and take the root of what remains – it is line  $YL$  – and subtract it from line  $YU$ , which is also the semidiameter, there remains for us line  $LU$ ,  $13^p6'$  approximately.

When we determine line  $LU$  for all the azimuth circles, any error that may occur in the construction on line  $QLS$  will not bring about for us, in drawing the circles on line  $LU$ , [an error] of a perceptible amount, because a large error in line  $QLS$  does not bring about a detectable and perceptible change in point  $U$  from the transit of the circle drawn through it and through point  $T$ . Therefore instead of determining the places of the centres on line  $QLS$ , we determine the places at which the circles intersect line  $QLS$ <sup>27</sup>.

<sup>27</sup> "the two meet at a point near which is  $F$ " add. S.



## النوع الرابع

في صفة تخطيط الجداول ووضع كل ما يحتاج إلى معرفته منها

فلنثبت الآن ما يحتاج إلى رسمه في الجداول ليكون مهياً لنا عند وقت العمل ونجعل ذلك على ما نصف فنقدم أولاً الجدولين الأولين اللذين رسمنا فيهما أنصاف أقطار المدارات لجزء جزء مما يلي القطب الشمالي إلى ما يتلو نحو 5 القطب الجنوبي في الأول منهما عدد الأجزاء المائة والثمانين التي بين القطبين وفي الثاني أنصاف أقطار المدارات ونتبع ذلك بجدولين آخرين نرسم فيهما مطالع الفلك المستقيم التي بها نقسم أجزاء فلك البروج في الأسطرلاب .

ونثبت على إثر ذلك جداول ثمانية للكواكب الثابتة ونقتصر منها على وضع خمسة وعشرين كوكباً في جهتي الشمال والجنوب بحسب مواضعها في 10 الطول والعرض وسائر ما يستخرج منها لسنة خمس وعشرين ومائتين من سنَى يزجرده فرسم في الجدول الأول أسماء الكواكب وفي الثاني مواضعها في الطول من فلك البروج وفي الثالث عروضها وفي الرابع جهات العروض في الشمال والجنوب وفي الخامس أبعادها من معدل النهار وفي السادس

margin, الوقت العمل | لنا عند وقت العمل 3 من | في 3 T فيها om. BS, منها 2 om. T | صفة 2 om. | الأولين 4 margin. B | in textu الجدول | الجدولين 4 B | repet. | عند 3 T | لنا عند وقت العمل الدوائر corr. margin. ex | المدارات 5 margin. B | أقطار 5 B | فيها 4 B | الذي 4 CBS | بجدول | بجدولين ... فيها 7 margin. وسع in corr., var. | ونتبع 7 S | التي 6 BS | منها 6 نسميه يمينه, C نسميه ثمانية 9 C جدول | جداول 9 CS | فيها 7 T | آخر نرسم فيه أجزاء C وبعض | ونقتصر 9 add. C وهي ثمانية | in corr. B; | الثابتة 9 CBT | الكواكب 9 B | يزجرده | يزجرده 12 T (خمس supra) أربع | خمس 11 CBT | بحسب | بحسب 10 BS | من 10 في 10 B | الجنوب والشمال | الشمال والجنوب 14 add. C | الثابتة | الكواكب 12

margin C ٢٤٢ سنة ناقصة هجري ٨٥٦ سنة ناقصة ميلادي | يزجرده 12

## Chapter 4

On how to draw up the tables  
and to set up all that it is necessary to know of them

Let us now establish what must be laid down in the tables, so that it is ready for us at the time of construction. We do that as we shall describe. First we set out the two columns [of the first table] in which we tabulate the semidiameters of the courses, degree by degree, from what is near the north pole to what follows towards the south pole: in the first of them is the number of the 180 degrees that are between the poles, and in the second are the semidiameters of the courses. We follow that up with [a table of] two other columns, in which we tabulate the ascensions at *sphaera recta*, by which we divide the degrees of the zodiac on the astrolabe.

After that we establish [a table of] eight columns for the fixed stars. We restrict ourselves to entering 25 stars of them on the northern and southern sides according to their positions in longitude and latitude, and what else can be derived from that, for the year 225 Yazdijird [856-857 AD]<sup>28</sup>. In the first column we put the names of the stars; in the second their positions in longitude in the zodiac; in the third their latitudes; in the fourth the directions of the latitudes, to the north or south; in the fifth their distances from the equator; in the sixth

<sup>28</sup>The Muslim and Christian years are correctly given as 242 and 856, respectively, in a modern hand in the margin of MS C.

- 15 جهات الأبعاد في الشمال والجنوب وفي السابع الأجزاء التي تمر معها في خط  
وسط السماء وفي الثامن أنصاف أقطار مداراتها في الأسطرلاب وبهذين  
الجدولين فقط أعنى السابع والثامن يكون عملنا فيما يرسم منها في  
الأسطرلاب الشمالية وإنما رسمنا ما سوى ذلك ليكون حاضراً لمن يريد  
معرفته أو تقويم خطأ إن وقع في الكتاب به ومع ذلك فبنا حاجة إلى رسم  
20 أبعادها خاصة لنستخرج بها أنصاف أقطار مداراتها في الأسطرلاب الجنوبية .
- ونثبت بعد ذلك جداول المقنطرات ونبتدئ بالموضع الذي لا عرض له  
لا حاجة بنا إليه أكثر من الاعتبار به ونتبعه بالموضع الذي عرضة خمسة عشر  
جزءاً ثم تتلو بزيادة جزء جزء إلى الموضع الذي عرضة خمسون جزءاً فإنه لا  
يحتاج إلى أكثر من ذلك ومع هذا فإن استخراج المقنطرات لما جاز عرضه  
الخمسين الجزء أو نقص من الخمسة عشر سهلاً على ما بينا في جداول أنصاف  
25 أقطار المدارات ونرسم ذلك في ثلاثة جداول في الجدول الأول عدد أجزاء  
الارتفاع ما بين جزء إلى تسعين جزءاً وفي الثاني أبعاد مراكز المقنطرات من  
مركز الصفيحة وفي الثالث أنصاف أقطار المقنطرات ونرسم على كل إقليم مبلغ  
عرضه وساعات أطول نهاره .

وماذان الجدولان C, وهذين الجدولين [وبهذين الجدولين 16-17 C وفي الجنوب [والجنوب 15  
om. T [به 19 B أراد [يريد 18 supra T خ فكون [ليكون 18 B رسم [يرسم 17 BS  
جدول [جدول 21 supra B [الأسطرلاب 20 marg. B [أقطار 20 repet. C [إلى رسم 19  
S جواز T, جاز من [جاز 24 C أيضاً [ومع هذا 24 add. C بعد ذلك [تتو 23 add. C [ثم 23  
جدول [جدول 25 BS من [في 25 S سهل [om. B, سهل 25 B العشر [عشر 25 S انقص [نقص 25  
B طول [أطول 29 T في [على 28 C واحد [جزء 27 CBS

the directions of the distances [i.e. from the equator], north or south; in the seventh the degrees with which they pass at the meridian line; and in the eighth the semidiameters of their courses on the astrolabe. From these two columns alone, i.e. the seventh and eighth, is our procedure in what of them is drawn on the northern astrolabe. What is beyond that we have only tabulated so that it is present for anyone who wants to know it or to correct with it an error if it occurs in the book. Nevertheless we need to tabulate their distances specifically in order to obtain with them the semidiameters of their courses on the southern astrolabe.

After that we establish the tables of the almucantars. We begin with the place having no latitude, not so much because we need it as to take it into account. We follow it up by the place whose latitude is 15° and then they [sc. the degrees] follow, increasing degree by degree, up to the place of latitude 50°, because more than that is not needed. Apart from that, the determination of the almucantars for [a place of] latitude more than 50° or less than 15 is easy, as we have explained in the table of semidiameters of the courses. We tabulate that in three columns: in the first column the number of the degrees of altitude from 1 to 90 degrees; in the second the distances of the centres of the almucantars from the centre of the plate; and in the third the semidiameters of the almucantars. Over each climate we write the amount of its latitude and the hours of its longest day.

- ونثبت بعد ذلك جدولين للسموت لجميع المواضع التي عملنا لها 30  
 المقنطرات، فنرسم في الجدول الأول عدد القطع لخمسة أجزاء خمسة أجزاء في  
 ربع من أرباع دائرة الأفق فإنه لا يحتاج إلى أكثر من ذلك وفي الثاني أقدار  
 الخطوط التي تقاطع عليها الدوائر الخط الذي تقع عليه المراكز .
- ونقتصر من جميع ما يرسم في كل الجداول على الأجزاء والدقائق فإنه  
 لا يلحق في الدقائق فضلاً عن الثواني وما جازها في عمل الأسطرلاب ما 35  
 <لا> يحس ولا يدرك وإن كانت الأسطرلاب تامة وعلى أعظم ما يمكن  
 صنعها عليه وهذا تخطيط الجداول .

[ربع 32 om. CBS 31] فنرسم C للمواضع [جميع المواضع 30 C جدولي السموت] جدولين للسموت 30  
 S ولنقتصر [ونقتصر 34 om. B 33] عليه T 33 corr. in marg. T 33 أقدار CT; أقطار [أقدار 32 add. C 32] من ربع  
 B محسن [محس 36 S جاوزها] جازها 35 T على [عن 35 S جدول] الجداول 34 om. C 34 [كل 34  
 C وهكذا] وهذا 37 S صيفها [صنعتها 37 T أكثر] أعظم 36 T وما لا 36

add. C 37 إن شاء الله وبه الثقة تتلوه الجداول التي رسمناها لما ذكرنا من عمل الأسطرلاب [عليه 37

After that we establish [a table of] two columns of the azimuths for all the places for which we have constructed the almucantars: in the first column we tabulate the number of the sections [*qiṭa'*] for every five degrees in one of the quadrants of the horizon circle, because more than that is not needed, and in the second the quantities of the lines on which the circles cut the line on which the centres fall.

In all that is tabulated in all the tables we restrict ourselves to parts [*juz'*] and minutes. There is not appended to the minutes – let alone seconds and what is beyond them – in making the astrolabe what is not perceived and not noticed, even if the astrolabe is complete and the largest that it is possible to make<sup>29</sup>. The drawing up of the tables is as follows.

<sup>29</sup> "God willing (in Him is trust). There follow the tables that we have drawn up for what we mentioned of the construction of the astrolabe" add. C.



جدول أنصاف أقطار المدارات الموازية لمعدل النهار									
العدد		أنصاف الأقطار		العدد		أنصاف الأقطار		العدد	
ا	ب	ح	د	هـ	و	ز	ح	د	هـ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

جدول نصف قطر مدارات موازي معدل النهار از قطب شمال تا بقطب جنوب وعدد [tit.]  
 { العدد } *man. rec. supra T* أول عدد بين القطبين [...] كه قف است وثاني نصف قطر  
 [يب 7 D\* كا] لك 2 *add. D* درج دقائق *add. C* بق [أنصاف الأقطار T الاعداد  
 نو 44 D لب] لك 42 C بر] نح 39 D يا] يب 35 D كر] كح 20 C ن] ز 18 B نب  
 5 D 54 [مه] مد 48 C نو

Table of the Semidiameters of the Courses Parallel to the Equator								
no.	semi-diameter	no.	semi-diameter	no.	semi-diameter	no.	semi-diameter	no.
1	0	10	3	38	41	7	21	
2	0	20	22	3	49	42	7	33
3	0	31	23	4	0	43	7	44
4	0	41	24	4	10	44	7	56
5	0	51	25	4	21	45	8	8
6	1	2	26	4	32	46	8	20
7	1	12	27	4	43	47	8	32
8	1	22	28	4	54	48	8	44
9	1	33	29	5	5	49	8	57
10	1	43	30	5	16	50	9	9
11	1	54	31	5	27	51	9	22
12	2	4	32	5	38	52	9	35
13	2	14	33	5	49	53	9	48
14	2	25	34	6	0	54	10	1
15	2	35	35	6	12	55	10	14
16	2	46	36	6	23	56	10	27
17	2	56	37	6	34	57	10	40
18	3	7	38	6	46	58	10	53
19	3	17	39	6	57	59	11	7
20	3	28	40	7	9	60	11	20

جدول أنصاف أقطار المدارات الموازية لمعدل النهار								
العدد			أنصاف الأقطار			العدد		
أنصاف الأقطار			العدد			أنصاف الأقطار		
سا	يا	لد	فا	يو	مز	قا	كح	ن
سب	يا	مح	فب	يز	هـ	قب	كد	يو
محو	يب	ب	فخ	يز	كح	قح	كد	مح
سد	يب	يو	فد	يز	ما	قد	كه	ي
سه	يب	لا	فه	يخ	هـ	قه	كه	لر
سو	يب	مو	فو	يخ	يط	قو	كو	هـ
نز	يخ	هـ	فز	يخ	لط	قز	كو	لد
مخ	يخ	يو	فخ	يخ	نط	قغ	كز	ح
سط	يخ	لا	قط	يط	يط	قط	كز	لح
ع	يخ	مو	ص	يط	لط	ققي	كز	د
عا	يد	ا	صا	ك	هـ	قيا	كز	لو
عب	يد	يو	صب	ك	كا	قيب	كط	ح
عح	يد	لب	صحو	كا	د	قيح	كط	ما
عد	يد	مح	صد	كا	مب	قيد	ل	يه
عه	يه	د	صه	كا	كو	قيه	ل	ن
عو	يه	كا	صو	كب	مط	قيو	لب	د
عز	يه	لح	صز	كب	يب	قيز	لب	د
عح	يه	نه	صص	كب	لو	قيح	لب	مب
عط	يو	يب	صط	كح	هـ	قيط	لح	كا
ف	يو	كط	ق	كح	كه	قك	لد	ب

D لر | ل | B 77 | د | D 75 | هـ | ا | D 71 | م | D 70 | م | D 69 | ل | D 68 | م |  
 مد | ما | D 84 | ك | D 83 | د | D 82 | م | D 81 | م | D 80 | م | D 79 | م | D 78 | م |  
 D ل | ل | D 90 | م | D 89 | م | D 88 | م | D 87 | م | D 86 | م | D 85 | م |  
 كو | ك | B 116 | د | B 110 | م | B 97 | م | C 97 | م | ... ص | ... قف 91-180  
 C ر | ب | T 120

Table of the Semidiameters of the Courses Parallel to the Equator								
no.			semi-diameter			no.		
semi-diameter			no.			semi-diameter		
61	11	34	81	16	47	101	23	50
62	11	48	82	17	5	102	24	16
63	12	2	83	17	23	103	24	43
64	12	16	84	17	41	104	25	10
65	12	31	85	18	0	105	25	37
66	12	46	86	18	19	106	26	5
67	13	0	87	18	39	107	26	34
68	13	16	88	18	59	108	27	3
69	13	31	89	19	19	109	27	33
70	13	46	90	19	39	110	28	4
71	14	1	91	20	0	111	28	36
72	14	16	92	20	21	112	29	8
73	14	32	93	20	42	113	29	41
74	14	48	94	21	4	114	30	15
75	15	4	95	21	26	115	30	50
76	15	21	96	21	49	116	31	27
77	15	38	97	22	12	117	32	4
78	15	55	98	22	36	118	32	42
79	16	12	99	23	0	119	33	21
80	16	29	100	23	25	120	34	2

جدول أنصاف أقطار المدارات الموازية لمعدل النهار									
العدد		أنصاف الأقطار		العدد		أنصاف الأقطار		العدد	
فكا	لد	مد	قما	نه	كح	قسا	قيز	كو	
قكب	له	كو	قنب	نز	ب	قشب	قكد	د	
قكح	لو	يا	قنح	نح	مب	قسح	قلا	كط	
قكد	لو	نز	قند	س	كح	قسد	قلط	ن	
قكه	لز	مه	قنه	سب	يط	قسه	قمت	يه	
قكو	لح	لد	قمو	سد	يز	قسو	قس	ب	
قكز	لظ	كه	قمز	سو	ك	قسز	قعب	كح	
قكح	م	يز	قنح	سمح	لب	قسح	قفو	نح	
قكط	ما	يا	قنط	ع	نا	قسط	رد	ح	
قل	مب	ح	قن	عد	ك	قع	ركد	م	
قلا	ح	ز	قنا	عه	نط	قعا	رمط	مب	
قلب	مد	ح	قنب	عح	مط	قعب	رفا	ا	
قلح	مه	يب	قنح	فا	نا	قعد	شكا	كط	
قلد	مو	يخ	قند	فه	ز	قعد	شعه	ب	
قله	مز	كو	قنه	فخ	لح	قعه	تن	ب	
قلو	مح	لح	قنو	صب	كز	قعو	ثسب	نب	
قلز	مط	نح	قنز	صو	له	قعز	ذن	كط	
قلح	نا	يا	قنح	قا	و	قعح	غقل	مب	
قلط	نب	لح	قنط	قو	ا	قعت	٢٢٤٤	نب	
قم	نح	نط	قس	قيا	كز	قف	٥	٥	

in 128 ] يز 128 B in corr. ] مه 125 T ر ] نز 124 BTد كز ] كو 122 C مو ] مد 121  
 با ] نا 149 B مد ] مب 143 T لح ] كح 141 B بط ] نط 140 B ب ] ر 131 B corr.  
 C قند ] قنط 165 T ح ] ن 164 BTد كو ] كز 160 T كو ] كز 156 C بط ] نط 151 C  
 B, سعد, C شلب ] ثسب 176 C سن ب ] تن 175 C, ب ] ن 168 D ق ] قس 166  
 T بغرمد, B مد, C عمر, D, ] ٢٢٤٤ 179 D, ] غقل 178 B ب ] نب TD ثسب  
 CB ب ] نب

Table of the Semidiameters of the Courses Parallel to the Equator								
no.	semi-diameter		no.	semi-diameter		no.	semi-diameter	
121	34	44	141	55	28	161	117	26
122	35	26	142	57	2	162	124	4
123	36	11	143	58	42	163	131	29
124	36	57	144	60	28	164	139	50
125	37	45	145	62	19	165	149	15
126	38	34	146	64	17	166	160	2
127	39	25	147	66	20	167	172	28
128	40	17	148	68	32	168	186	58
129	41	11	149	70	51	169	204	3
130	42	8	150	73	20	170	224	40
131	43	7	151	75	59	171	249	42
132	44	8	152	78	49	172	281	1
133	45	12	153	81	51	173	321	29
134	46	18	154	85	7	174	375	2
135	47	26	155	88	38	175	450	2
136	48	38	156	92	27	176	562	52
137	49	53	157	96	35	177	750	29
138	51	11	158	101	6	178	1130	42
139	52	33	159	106	1	179	2244	52
140	53	59	160	111	27	180	0	0



جدول مطالع الفلك المستقيم					
العدد	المطالع	العدد	المطالع	العدد	المطالع
1	ا	2	ب	3	ج
4	د	5	هـ	6	و
7	ز	8	ح	9	ط
10	ي	11	يا	12	يب
13	يد	14	يخ	15	يك
16	يذ	17	يغ	18	يظ
19	ك	20	كا	21	كب
22	كد	23	كه	24	كو
25	كز	26	كح	27	كط
28	كي	29	كيا	30	كيب
31	كيد	32	كيخ	33	كيك
34	كيد	35	كيج	36	كيد
37	كيد	38	كيج	39	كيد
40	كيد	41	كيج	42	كيد
43	كيد	44	كيج	45	كيد
46	كيد	47	كيج	48	كيد
49	كيد	50	كيج	51	كيد
52	كيد	53	كيج	54	كيد
55	كيد	56	كيج	57	كيد
58	كيد	59	كيج	60	كيد
61	كيد	62	كيج	63	كيد
64	كيد	65	كيج	66	كيد
67	كيد	68	كيج	69	كيد
70	كيد	71	كيج	72	كيد
73	كيد	74	كيج	75	كيد
76	كيد	77	كيج	78	كيد
79	كيد	80	كيج	81	كيد
82	كيد	83	كيج	84	كيد
85	كيد	86	كيج	87	كيد
88	كيد	89	كيج	90	كيد
91	كيد	92	كيج	93	كيد
94	كيد	95	كيج	96	كيد
97	كيد	98	كيج	99	كيد
100	كيد	101	كيج	102	كيد

Table of Ascensions at <i>sphaera recta</i>					
no.	ascen.	no.	ascen.	no.	ascen.
1	0	31	28	61	58
2	1	32	29	62	59
3	2	33	30	63	60
4	3	34	31	64	61
5	4	35	32	65	62
6	5	36	33	66	63
7	6	37	34	67	64
8	7	38	35	68	65
9	8	39	36	69	66
10	9	40	37	70	67
11	10	41	38	71	68
12	11	42	39	72	69
13	12	43	40	73	70
14	13	44	41	74	71
15	14	45	42	75	72
16	15	46	43	76	73
17	16	47	44	77	74
18	17	48	45	78	75
19	18	49	46	79	76
20	19	50	47	80	77
21	20	51	48	81	78
22	21	52	49	82	79
23	22	53	50	83	80
24	23	54	51	84	81
25	24	55	52	85	82
26	25	56	53	86	83
27	26	57	54	87	84
28	27	58	55	88	85
29	28	59	56	89	86
30	29	60	57	90	87

[*tit.*] جدول *om.* CD المستقيم *add.* C; من أول الحمل *supra* T منطفه البروج *add.* D 4 م 4 درج دقائق *add.* C; جزء المطالع *BT*; أجزاء المطالع *T* اعداد [العدد  
 [مه 76 B نه] نه 61 C مد [مه 48 BD كز] كح 43 CD يا [نا 14 D ند] لد 5 T  
 B ع C نه [نه 89 B ف] فد 85 T كو, B كد [كز B فد] فغ 84 T مو

العنكبوت الجنوبي أنصاف الأقطار	جدول الكواكب الثابتة					
	السابع			الثامن		
	أجزاء المر			أنصاف الأقطار		
	بروج	درج	دقائق	درج	دقائق	درج
1	يا	يو	يح	و	لد	نط
2	ا	ة	لو	ى	ة	لخ
3	ا	د	كو	ح	ح	مز
4	ا	كد	ل	يه	كخ	كد
5	ب	و	ة	كخ	ل	يو
6	ب	ى	ل	ك	لب	ك
7	ب	يد	ة	يز	مز	كا
8	ب	ة	يب	ح	كد	مو
9	ب	كخ	لز	كو	ة	يد
10	د	ح	يح	يز	يح	كب
11	د	د	ك	يد	كط	كو
12	و	و	ك	كا	ك	يح
13	و	كا	م	يب	ك	لا
14	ز	يح	كط	يا	ز	لد
15	ز	كب	يه	كط	لخ	لد
16	ح	يا	كو	يه	بط	كه
17	ح	كط	له	ط	لب	م
18	ط	يا	م	يز	لو	كب
19	ط	كخ	ب	ح	نو	يح
20	ى	كط	كخ	يح	يح	كط
21	ى	كنز	ة	لط	لا	ط
22	ح	كخ	له	مط	بط	ز
23	ه	كنز	يه	مز	ز	ح
24	ب	كط	يح	نو	يا	و
25	ا	ح	مح	مه	ند	ح

جدول الكواكب الثابتة												
الأول			الثاني			الثالث		الرابع		الخامس		السادس
أسماء الكواكب			الطول			العرض		الجهة		البعد من الاستواء		الجهة
										دقائق	درج	
بروج	درج	دقائق	درج	دقائق	درج	دقائق	درج	دقائق	درج	دقائق	درج	
1	ة	يح	لط	نا	مه	شمال	نح	ب	شمال	الكف الخضيب		
2	ا	ط	لا	كب	مه	شمال	لو	و	شمال	رأس الغول		
3	ا	يه	ل	ل	ح	شمال	مد	نط	شمال	الكف الجذماء		
4	ا	كخ	ى	ه	يه	جنوب	يح	له	شمال	الدبران		
5	ا	كط	مه	لا	د	جنوب	ى	يح	جنوب	رجل الجوزاء		
6	ب	و	لط	كد	كه	جنوب	ب	لد	جنوب	سرة الجوزاء		
7	ب	يا	نا	يو	مه	جنوب	ه	مب	شمال	يد الجوزاء		
8	ب	ه	ك	كب	ن	شمال	مح	م	شمال	العيق		
9	ب	كخ	ه	لط	ك	جنوب	يه	مح	جنوب	الشعرى اليمانية		
10	د	ط	يه	يو	ة	جنوب	ز	يو	شمال	الشعرى الشامية		
11	د	يح	يه	ة	يه	شمال	يز	ى	شمال	قلب الأسد		
12	و	ز	د	ب	و	جنوب	د	مد	جنوب	السماك الأعزل		
13	و	ز	كه	لا	يب	شمال	كه	لا	شمال	السماك الرابع		
14	و	كه	كا	مد	و	شمال	لا	ة	شمال	منير الفكة		
15	ز	كخ	ى	د	كد	جنوب	كب	ند	جنوب	قلب العقرب		
16	ح	ه	لخ	لو	ة	شمال	يد	ح	شمال	رأس الحواء		
17	ح	كط	يه	سا	مه	شمال	لخ	يب	شمال	النسر الواقع		
18	ط	يد	لخ	كط	يب	شمال	و	يز	شمال	النسر الطائر		
19	ى	يح	لط	نط	لو	شمال	ما	و	شمال	الردف		
20	يا	يب	له	لا	ى	شمال	كا	نا	شمال	منكب الفرس		
21	ى	يح	يب	كخ	ة	جنوب	لز	ز	جنوب	فم الحوت		
22	ح	كخ	نب	كخ	ة	جنوب	مو	لخ	جنوب	عرقوب الراعى		
23	و	يط	لب	ما	ى	جنوب	مد	مح	جنوب	رجل قنطورس		
24	ب	كط	نه	عه	ة	جنوب	نا	كز	جنوب	سهيل		
25	ة	يا	كب	نح	ل	جنوب	مح	لخ	جنوب	آخر النهر		

Table of Fixed Stars										
I		II			III		IV	V		VI
names of the stars		longitude			latitude		dir.	dist. from the eq <sup>r</sup>		dir.
		signs	deg.	min.	deg.	min.		deg.	min.	
1	<i>al-kaff al-khaḍīb</i>	0	18	39	51	45	N	53	2	N
2	<i>ra's al-ghūl</i>	1	9	31	22	45	N	36	6	N
3	<i>al-kaff al-jadhma'</i>	1	15	30	30	8	N	44	59	N
4	<i>al-dabarān</i>	1	23	10	5	15	S	13	35	N
5	<i>rijl al-jawzā'</i>	1	29	45	31	4	S	10	13	S
6	<i>surrat al-jawzā'</i>	2	6	39	24	25	S	2	34	S
7	<i>yad al-jawzā'</i>	2	11	51	16	45	S	5	42	N
8	<i>'al-ayyūq</i>	2	5	20	22	50	N	43	40	N
9	<i>al-shi'rā</i>	2	28	5	39	20	S	15	48	S
	<i>al-yamāniya</i>									
10	<i>al-shi'rā</i>	3	9	15	16	0	S	7	16	N
	<i>al-sha'āmiya</i>									
11	<i>qalb al-asad</i>	4	13	15	0	15	N	17	10	N
12	<i>al-simāk al-a'zal</i>	6	7	3	2	6	S	4	44	S
13	<i>al-simāk al-rāmih</i>	6	7	25	31	12	N	25	31	N
14	<i>munīr al-fakka</i>	6	25	21	44	6	N	31	0	N
15	<i>qalb al-'aqrab</i>	7	23	10	4	24	S	22	54	S
16	<i>ra's al-ḥawwā'</i>	8	5	33	36	0	N	14	8	N
17	<i>al-nasr al-wāqi'</i>	8	29	15	61	45	N	38	12	N
18	<i>al-nasr al-ṭā'ir</i>	9	14	33	29	12	N	6	17	N
19	<i>al-ridf</i>	10	18	39	59	36	N	41	6	N
20	<i>mankib al-faras</i>	11	12	35	31	10	N	21	51	N
21	<i>fam al-ḥūt</i>	10	18	12	23	0	S	37	7	S
22	<i>'urqūb al-rāmī</i>	8	28	52	23	0	S	46	33	S
23	<i>rijl qanṭūris</i>	6	19	32	41	10	S	44	43	S
24	<i>suḥayl</i>	2	29	55	75	0	S	51	27	S
25	<i>ākhīr al-nahr</i>	0	11	22	53	30	S	43	38	S

Table of Fixed Stars					Southern		no.	Modern Designation
VII			VIII		Rete			
degrees of transit			semi- diameters		semi- diameters			
signs	deg.	min.	deg.	min.	deg.	min.		
11	16	13	6	34	59	0	1	β Cas
1	0	36	10	0	38	40	2	β Per
1	3	26	8	8	47	26	3	α Per
1	24	30	15	28	24	0	4	α Tau
2	6	0	23	30	16	30	5	β Ori
2	10	30	20	32	20	30	6	ε Ori
2	14	0	17	47	21	40	7	α Ori
2	0	12	8	24	46	0	8	α Aur
2	28	37	26	0	14	54	9	α CMa
3	8	13	17	18	22	20	10	α CMi
4	13	20	14	29	26	40	11	α Leo
6	6	20	21	20	18	5	12	α Vir
6	21	40	12	23	31	0	13	α Boo
7	13	23	11	7	34	45	14	α CrB
7	22	15	29	38	33	2	15	α Sco
8	11	26	15	19	25	15	16	α Oph
8	29	35	9	32	40	30	17	α Lyr
9	11	40	17	36	22	0	18	α Aql
9	28	2	8	56	43	13	19	α Cyg
10	29	23	13	18	29	2	20	β Peg
10	27	0	39	31	9	45	21	α PsA
8	28	35	49	19	7	52	22	β Sgr
5	27	15	47	7	8	11	23	α Cen
2	29	43	56	11	6	52	24	α Car
1	8	48	45	54	8	24	25	θ Eri

## Note on the edition of the star table

In the manuscripts this table comes in several forms and with some variation of content. MSS TKL present it on a single page, but, for typographical convenience, we follow CBDS and present it in two parts. According to the introductory part of Chapter 4 there are eight columns. To these we have added running-numbers (as do some manuscripts), a column for the degrees and minutes of the semidiameters of the stars' courses in the rete of the southern astrolabe, referred to as *southern* in the apparatus – this column exists uniquely in B – and, in the English translation, a column for the modern designations of the stars.

## Apparatus

والذى يحتاج إليه فى عمل الأسطرلاب هذان الجدولان فقط أجزاء الممر [الثابتة] [tit.] هذين [ هذان الجدولان CD إليها [ إليه B الذى [ الذى] add. CBD وأنصاف الأقطار MSS كف [ الكف I 1 B العقد [ البعد V add. T ٢٢٤ در سنه يزدرج (B الجدولين لو] كو VII CTD يط [ نط V T كف [ الكف I 3 C مد [ مه CBD كد [ كب III 2 BTD ما [ نا II 7 B الشمال [ جنوب VI 6 T مه B مد [ يه III 4 T يح [ ح VIII T TD كز [ كو VIII B كح [ كع VII B om. B الشرى I 9 D ر [ ر III 8 B مو [ مز VIII II T سماك [ السماك I 12 T لط [ كط VIII 11 D يد [ يه II 10 B ند [ ند southern السماك I 13 T ل [ لك VIII T مه [ مد CD ه [ د V B ح [ ب و III CD د [ د V C كه [ كد III 15 BT om. منير I 14 B كد [ كه D كا [ ز II T سماك om. CBD. [ يه II BT نسر [ النسر I 17 B الجوزاء [ الخواء I 16 T مه [ يه VII CD كح [ كد كب ند V 20 B فط [ نط III 19 C نز [ يز V BT نسر [ النسر I 18 B له [ لب VIII CD ند [ نب southern B 22 يح [ ح V CBD ز [ ز II 22 B ن [ ز V CB يا [ نا southern T ما [ يا B; بو [ نو VIII BT ه [ نه II 24 T مه [ يه VII B ب C نه [ ند VIII D يح [ ح VII B لا [ ل V CD يح [ يح III 25 B ب

## Dating of the star table

The date of the star table is given in two places of the text: Chapter 3, lines 106–107, and Chapter 4, lines 11–12; it is also given in two manuscripts in the headings of the star table itself. Apart from D, in which the relevant passages are both missing, all the manuscripts have the date 225 Yazdijird: CMK in words, BS in Hindu-Arabic numerals, L once in words and once in Hindu-Arabic numerals, and P once in Hindu-Arabic numerals and once in *abjad*. T has 224 in words twice (but in Chapter 4 with a correction *supra* to 225) and once on the table itself in Hindu-Arabic numerals. In the edition the majority reading of 225 is taken.

## Notes on the star table

(The numbers refer to the running numbers of the stars)

1–20. The first twenty stars are taken from the table of 24 stars in the *Mumtaḥan zīj*, which is dated to 214 AH [= 829–30 AD] (*Mumtaḥan* [1986], p. 188). Al-Farghānī has added 15 minutes to the *Mumtaḥan* longitudes for his epoch, 225 Yazdijird = 856–57 AD. Since the time difference between the two star tables is about 25 years, it is obvious that al-Farghānī has applied the Ptolemaic value of precession, i.e. 1° in 100 years. Manuscript readings have sometimes been chosen for their agreement with the *Mumtaḥan* values.

3. See Kunitzsch [1970], pp. 286–287, note c.

6. See Kunitzsch [1970], p. 287, note i.

16. See Kunitzsch [1970], p. 287, note m.

21–25. The coordinates of these southern stars are taken not from the *Mumtaḥan* tables, but from the *Almagest* (star table dated 137 AD). In each case except no. 24 the given longitude is the *Almagest* longitude + 11;12°; the latitude is taken over without change. See Kunitzsch [1970], p. 287, note n.

23. The number of signs for this star is too small by 1, a mistake common in the *Almagest* tradition. See Kunitzsch [1986–1991], III, p. 175, under Baily number 969. As for the value 44;43 for the declination, it should be noted that the similar value 44;10 appears for the latitude in three Greek manuscripts and in the direct, “Sicilian”, Latin translation of the *Almagest*. The entry in the *Mumtaḥan* tables for declination, 41;10, repeats the Ptolemaic values for latitude. Even more remarkable is the *Mumtaḥan* value for the degree of transit, 6s 19;32, which is the longitude derived from Ptolemy’s value as given here by al-Farghānī.

24. Here the longitude = the longitude in the *Almagest* + 12;45°. See Kunitzsch [1970], p. 287, note p.

## Additional stars in B

30v, below the table

‘*unuq al-ḥayya wa-huwa muqaddam al-dhirāʿayn*, “the neck of the snake [= Hydra]; it is the preceding one of the two cubits” [A phantom star. See Kunitzsch [1999–2000], pp. 63–66.], [λ] > [ε?] [λ] 16 north, [δ] ح ب north [Two of these values are not translated, but are copied as closely as possible from the manuscript, since it is not clear what they mean.]

30v, left margin

*dhanab al-jady*, “the tail of the goat” [δ Cap], altitude [irtifāʿ] 30

*dhanab qaytus*, “the tail of Cetus” [ε Cet], [λ] Psc 19, altitude 43

*baṭn qaytus*, “the belly of Cetus” [ζ Cet], [λ] Ari 14, altitude 42

31r, right margin

‘*unuq al-ḥayya*, “the neck of the snake” [α or β Ser], [λ] Sco 13, altitude 76. [Cf. al-Battānī’s list of principal stars (Battānī [1899–1907] II, p. 181, no. 37), where the altitude of β Ser is given as 74°5′, and his greater list (Battānī II, p. 152, no. 3), where the longitude is given as Sco 3°10′]

*dhanab al-dulfin*, “the tail of the dolphin” [ε Del], [λ] Cap 25, altitude 65.



جدول مقنطرات من خط الاستواء وعرض خمسة عشر إلى خمسين

مقنطرات خط الاستواء ساعاته يب ٥									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
خط مستقيم									
ا	ب	ح	د	هـ	و	ز	ح	ط	ي
ب	ح	د	هـ	و	ز	ح	ط	ي	يا
ح	د	هـ	و	ز	ح	ط	ي	يا	يب
د	هـ	و	ز	ح	ط	ي	يا	يب	يد
هـ	و	ز	ح	ط	ي	يا	يب	يد	يه
و	ز	ح	ط	ي	يا	يب	يد	يه	يو
ز	ح	ط	ي	يا	يب	يد	يه	يو	يز
ح	ط	ي	يا	يب	يد	يه	يو	يز	يك
ط	ي	يا	يب	يد	يه	يو	يز	يك	ك
ي	يا	يب	يد	يه	يو	يز	يك	ك	كب
يا	يب	يد	يه	يو	يز	يك	ك	كب	كد
يب	يد	يه	يو	يز	يك	ك	كب	كد	كه
يد	يه	يو	يز	يك	ك	كب	كد	كه	كو
يه	يو	يز	يك	ك	كب	كد	كه	كو	كم
يو	يز	يك	ك	كب	كد	كه	كو	كم	كن
يز	يك	ك	كب	كد	كه	كو	كم	كن	كو
يك	ك	كب	كد	كه	كو	كم	كن	كو	كز
ك	كب	كد	كه	كو	كم	كن	كو	كز	كح
كب	كد	كه	كو	كم	كن	كو	كز	كح	كل
كد	كه	كو	كم	كن	كو	كز	كح	كل	لا
كه	كو	كم	كن	كو	كز	كح	كل	لا	لح
كو	كم	كن	كو	كز	كح	كل	لا	لح	لذ
كم	كن	كو	كز	كح	كل	لا	لح	لذ	لو
كن	كو	كز	كح	كل	لا	لح	لذ	لو	له
كو	كز	كح	كل	لا	لح	لذ	لو	له	لب
كز	كح	كل	لا	لح	لذ	لو	له	لب	لج
كح	كل	لا	لح	لذ	لو	له	لب	لج	لد
كل	لا	لح	لذ	لو	له	لب	لج	لد	لم
لا	لح	لذ	لو	له	لب	لج	لد	لم	لن
لح	لذ	لو	له	لب	لج	لد	لم	لن	لو
لذ	لو	له	لب	لج	لد	لم	لن	لو	له
لو	له	لب	لج	لد	لم	لن	لو	له	لب
له	لب	لج	لد	لم	لن	لو	له	لب	لج
لب	لج	لد	لم	لن	لو	له	لب	لج	لد
لج	لد	لم	لن	لو	له	لب	لج	لد	لم
لد	لم	لن	لو	له	لب	لج	لد	لم	لن
لم	لن	لو	له	لب	لج	لد	لم	لن	لو
لن	لو	له	لب	لج	لد	لم	لن	لو	له
لو	له	لب	لج	لد	لم	لن	لو	له	لب
له	لب	لج	لد	لم	لن	لو	له	لب	لج
لب	لج	لد	لم	لن	لو	له	لب	لج	لد
لج	لد	لم	لن	لو	له	لب	لج	لد	لم
لد	لم	لن	لو	له	لب	لج	لد	لم	لن
لم	لن	لو	له	لب	لج	لد	لم	لن	لو
لن	لو	له	لب	لج	لد	لم	لن	لو	له
لو	له	لب	لج	لد	لم	لن	لو	له	لب
له	لب	لج	لد	لم	لن	لو	له	لب	لج
لب	لج	لد	لم	لن	لو	له	لب	لج	لد
لج	لد	لم	لن	لو	له	لب	لج	لد	لم
لد	لم	لن	لو	له	لب	لج	لد	لم	لن

### Table of Almucantars for the Equator and Latitude[s] 15 to 50

Almucantars of [Lat. of] the Equator: hours 12;0										
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.		
[0]	s t r a i g h t   l i n e									
1	1122	31	1122	21	26	44	49	40	17	
2	565	31	565	11	27	43	17	38	34	
3	375	31	375	0	28	41	51	36	57	
4	281	46	281	5	29	40	32	35	27	
5	225	26	224	35	30	39	18	34	2	
6	188	2	187	0	31	38	9	32	42	
7	161	20	160	8	32	37	5	31	27	
8	141	12	139	50	33	36	5	30	15	
9	125	38	124	5	34	35	8	29	8	
10	113	11	111	28	35	34	16	28	4	
11	103	0	101	5	36	33	26	27	3	
12	94	31	92	27	37	32	38	26	4	
13	87	21	85	7	38	31	54	25	8	
14	81	13	78	48	39	31	12	24	15	
15	75	55	73	20	40	30	34	23	25	
16	71	18	68	32	41	29	57	22	36	
17	67	12	64	16	42	29	22	21	49	
18	63	35	60	28	43	28	48	21	4	
19	60	21	57	4	44	28	17	20	21	
20	57	28	54	0	45	27	47	19	39	
21	54	50	51	12	46	27	19	18	59	
22	52	27	48	38	47	26	52	18	20	
23	50	17	46	17	48	26	26	17	42	
24	48	18	44	8	49	26	2	17	5	
25	46	29	42	8	50	25	38	16	29	

مقنطرات خط الاستواء ساعاته يب ٥									
عدد		أبعاد المراكز		عدد		أبعاد المراكز		عدد	
أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز		عدد		أنصاف الأقطار		عدد	
نا	ك	يو	يه	ند	عا	ك	مز	و	مو
نب	كد	نو	يه	كا	عب	ك	لظ	و	كو
نح	كد	لو	يد	مح	عح	ك	لب	و	٥
ند	كد	يز	يد	يو	عد	ك	كو	ه	لح
نه	ك	نظ	يح	مه	عه	ك	ك	ه	يو
نو	ك	مب	يح	يو	عو	ك	يه	د	ند
نز	ك	كه	يب	مه	عز	ك	ي	د	لب
نح	ك	ط	يب	يو	عح	ك	ه	د	ي
نظ	كب	نه	يا	مح	عط	ك	٥	ح	مح
س	كب	ما	يا	كا	ف	يط	نو	ح	كز
سا	كب	كح	ي	ند	فا	يط	نح	ح	و
سب	كب	يه	ي	كز	فب	يط	ن	ب	مه
سج	كب	ح	ي	ا	فخ	يط	مز	ب	كد
سد	كا	نا	ط	ل	فد	يط	مه	ب	د
سه	كا	ما	ط	ي	فه	يط	مح	ا	مح
سو	كا	لا	ح	مه	فو	يط	مب	ا	كح
سز	كا	كا	ح	كا	فز	يط	ما	ا	ب
سج	كا	يب	ز	نو	فخ	يط	م	٥	ما
سط	كا	ح	ز	لب	فط	يط	م	٥	كا
ع	ك	نه	ز	ط	ص	يط	لظ	٥	٥

om. [جدول ... خمسين B جدول المقنطرات وعرض الاستواء وه [جدول ... عشر [tit.]]  
 درج [أنصاف الأقطار et أبعاد المراكز add. T sub D ومن عرض [وعرض T  
 marg. الأفق T; افق [0] add. CD, hic et in omnibus tabulis almucantarar  
 [2] ثنه D ثنه B, ثنه C, ثنه [1] ثنه 2 CD, hic et in omnibus tabulis almucantarar  
 [ركد 5 CD رفا 4 T ثنه [2] ثنه C ثنه [1] ثنه 3 D ثنه B, ثنه C, سند  
 ر [ن MSS قكط [قظ D ق, C قفا [قما 8 D قق [قق 6 B دكد CD, رفا  
 B مع [مع 16 TD ه [نه 15 BT ك [ع 14 B مد [فه 13 MSS ٥ [ه CB ك [خ 11 B

Almucantars of [Lat. of] the Eq <sup>r</sup> : hours 12;0									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	25	16	15	54	71	20	47	6	46
52	24	56	15	21	72	20	39	6	23
53	24	36	14	48	73	20	32	6	0
54	24	17	14	16	74	20	26	5	38
55	23	59	13	45	75	20	20	5	16
56	23	42	13	16	76	20	15	4	54
57	23	25	12	45	77	20	10	4	32
58	23	9	12	16	78	20	5	4	10
59	22	55	11	48	79	20	0	3	48
60	22	41	11	21	80	19	56	3	27
61	22	28	10	54	81	19	53	3	6
62	22	15	10	27	82	19	50	2	45
63	22	3	10	1	83	19	47	2	24
64	21	51	9	35	84	19	45	2	4
65	21	41	9	10	85	19	43	1	43
66	21	31	8	45	86	19	42	1	23
67	21	21	8	21	87	19	41	1	2
68	21	12	7	56	88	19	40	0	41
69	21	3	7	32	89	19	40	0	21
70	20	55	7	9	90	19	39	0	0

د [ه 33 CBTD م [نز BTD ما [نا 28 B نز [يز 27 B كه [كظ 25 B م [س 19  
 39 B نه [ند 38 CD لا [لب 37 B كد [كز CD لب [لظ 36 CD ل [لد 35 BT  
 كظ [لظ 45 CD كز [كح 44 CD كح [كظ 42 CD كظ [ل 40 B مح [يب CD ل [لا  
 [يو 54 B كه [كد 53 C ل [كا B كه [كد 52 B م [نب 47 CD كو [كز 46 T  
 مح [ع 59 B نو [يو 58 B كد [كه 57 BT \*يه [يو 56 BT م [نظ 55 C مو  
 B م [ند 76 B نو [نو 68 BT ل [كا 67 TD يد CB, م [ند 61



مقنطرات عرض یه ساعاته یب ند													
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد	
نا	نب	یح	یط	یا	نو	عأ	یه	مه	ه	یح	ط	و	ع
نح	نذ	یز	نح	یا	لح	عب	یه	ما	ه	ا	ح	و	ع
نه	نو	یز	لو	ی	مط	عد	یه	لز	د	مد	و	و	ع
نز	نط	یز	کز	ی	و	عه	یه	لح	د	کو	ط	و	ع
نخ	نس	یز	یح	ط	مه	عو	یه	کو	ح	نب	ح	و	ع
نظ	س	یز	ط	ط	که	عز	یه	کح	ح	ل	ح	و	ع
س	سا	یو	نب	ح	د	عح	یه	ک	ح	یح	ح	و	ع
ساب	سب	یو	مه	ح	که	عط	یه	یح	ب	مد	ب	و	ع
سج	سد	یو	لز	ح	ه	ف	یه	ید	ب	کح	ب	و	ع
سه	سو	یو	ل	ز	مو	فب	یه	یا	ا	ن	ا	و	ع
سز	سح	یو	کح	ز	کز	فخ	یه	ط	ا	لح	ا	و	ع
سط	سز	یو	یز	ز	ح	فد	یه	ز	ا	کح	ا	و	ع
ع	سح	یو	ه	و	ل	فو	یه	ه	ه	مط	ه	و	ع
	سح	یو	ه	و	یب	فخ	یه	د	ه	لب	ه	و	ع
	سط	یه	نو	ه	ند	فط	یه	د	ه	یو	ه	و	ع
	ع	یه	ن	ه	لو	ص	یه	د	ه	ه	ه	و	ع

[tit.] add. BT hic et in omnibus tabulis almucantarar [ند] C; add. دقيقة; CD 0 [الاق] B hic et similiter in tabulis usque ad altitudinem 20 [نه] CB, T ند [يد] B بو [نو] 5 T, CD ط [د] 3 CD سب [سد] 2 D سح [سح] 1 T مه 15 BT يه [يد] 13 T ما [يا] 12 C مه [مد] 9 T ند [يد] C سب [نب] 7 C سح [نح] 39 D سح [ن] 23 BT مد [مه] 20 BT كو [كه] 18 D لب, BT لا [ل] 16 D مب [م] 1 مه 57 D كو [كز] 55 B بد [يب] 50 C مه [ي] 43 BT مه [مد] 41 BT كب [ك] 73 B 72 BT \*نه [نو] 69 BT كو [كز] 64 T ر [ح] 62 C سب [نب] 60 B مط D و [ه] 86 B ه [نه] 83 BT سح [يب] 82 BT ه [يه] 80 B لو [له] 77 T لو [لر] 88 T ح [د] 90 T له [لب] 88

Almucantars of Latitude 15: hours 12;54									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	18	19	11	56	71	15	45	5	18
52	18	8	11	33	72	15	41	5	1
53	17	57	11	11	73	15	37	4	44
54	17	46	10	49	74	15	33	4	26
55	17	36	10	27	75	15	29	4	9
56	17	27	10	6	76	15	26	3	52
57	17	18	9	45	77	15	23	3	35
58	17	9	9	25	78	15	20	3	18
59	17	0	9	4	79	15	18	3	1
60	16	52	8	44	80	15	15	2	44
61	16	45	8	25	81	15	14	2	28
62	16	37	8	5	82	15	12	2	12
63	16	30	7	46	83	15	11	1	55
64	16	23	7	26	84	15	9	1	38
65	16	17	7	8	85	15	7	1	21
66	16	11	6	49	86	15	6	1	5
67	16	5	6	30	87	15	5	0	49
68	16	0	6	12	88	15	4	0	32
69	15	55	5	54	89	15	4	0	16
70	15	50	5	36	90	15	4	0	0



مقنطرات عرض یو ساعاته یب نح									
عدد		أبعاد المراكز		أقسام الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
[٠]		لب		ع		ب		ن	
١	س	س	س	س	س	س	س	س	س
٢	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن
٣	د	د	د	د	د	د	د	د	د
٤	و	و	و	و	و	و	و	و	و
٥	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز
٦	ح	ح	ح	ح	ح	ح	ح	ح	ح
٧	ی	ی	ی	ی	ی	ی	ی	ی	ی
٨	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب
٩	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن
١٠	د	د	د	د	د	د	د	د	د
١١	و	و	و	و	و	و	و	و	و
١٢	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز
١٣	ح	ح	ح	ح	ح	ح	ح	ح	ح
١٤	ی	ی	ی	ی	ی	ی	ی	ی	ی
١٥	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب
١٦	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن
١٧	د	د	د	د	د	د	د	د	د
١٨	و	و	و	و	و	و	و	و	و
١٩	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز	ز
٢٠	ح	ح	ح	ح	ح	ح	ح	ح	ح
٢١	ی	ی	ی	ی	ی	ی	ی	ی	ی
٢٢	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب
٢٣	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن
٢٤	د	د	د	د	د	د	د	د	د
٢٥	و	و	و	و	و	و	و	و	و

Almucantars of Latitude 16: hours 12;58									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
[0]	68	32	71	18					
1	64	27	67	2	26	26	27	24	44
2	60	49	63	14	27	25	53	23	59
3	57	36	59	50	28	25	21	23	17
4	54	41	56	45	29	24	50	22	36
5	52	3	53	57	30	24	21	21	56
6	49	41	51	24	31	23	53	21	18
7	47	31	49	4	32	23	27	20	41
8	45	33	46	55	33	23	1	20	5
9	43	43	44	55	34	22	37	19	30
10	42	2	43	4	35	22	14	18	57
11	40	30	41	21	36	21	52	18	24
12	39	4	39	45	37	21	31	17	53
13	37	44	38	15	38	21	12	17	23
14	36	30	36	50	39	20	53	16	53
15	35	21	35	31	40	20	33	16	23
16	34	16	34	16	41	20	16	15	55
17	33	15	33	5	42	20	0	15	28
18	32	18	31	58	43	19	44	15	1
19	31	25	30	54	44	19	28	14	34
20	30	34	29	53	45	19	13	14	8
21	29	46	28	55	46	18	59	13	43
22	29	2	28	0	47	18	46	13	19
23	28	20	27	8	48	18	33	12	55
24	27	40	26	18	49	18	20	12	31
25	27	3	25	30	50	18	8	12	8

مقنطرات عرض يو ساعته يب نح									
عدد		أبعاد المراكز		عدد		أبعاد المراكز		عدد	
نا	يز	يز	يا	ما	عا	يه	كح	ه	يد
نب	يز	مو	يا	كح	عب	يه	كد	د	نز
نح	يز	له	يا	ا	عد	يه	ك	د	م
ند	يز	كه	ي	لط	عد	يه	يو	د	كح
نه	يز	يد	ي	يح	عه	يه	يح	د	و
نو	يز	و	ط	نز	عو	يه	ط	د	مط
نز	يو	نز	ط	لو	عز	يه	و	د	لب
نح	يو	مط	ط	يو	عح	يه	د	د	يه
نظ	يو	م	ح	نو	عط	يه	ا	ب	نظ
س	يو	ح	ح	لز	ف	يد	نح	ب	مب
سا	يو	ك	ح	يز	فا	يد	نز	ب	كو
سب	يو	يح	ز	نح	فب	يد	نه	ب	ط
سح	يو	يا	ز	لط	فخ	يد	يح	ا	نح
سد	يو	د	ز	ك	فد	يد	نب	ا	لو
سه	يه	نح	ز	ا	فه	يد	نا	ا	ك
سو	يه	نب	و	ح	فو	يد	ن	ا	د
سز	يه	مز	و	كه	فز	يد	مط	ه	مح
سح	يه	مب	و	ز	فخ	يد	مح	ه	لب
سط	يه	لز	ه	مط	فط	يد	مح	ه	يو
ع	يه	لب	ه	لا	ص	يد	مح	ه	ه

BT ماب 4 T لار لو T نو 3 B ند 2 B ح CD سو 1 T كد 1 كز 1  
 [يه 13 B ر 10 CD ه 9 B مو 7 B نو 5 C ح 5 BT مو 5 مه  
 [مد 26 T ند B, نر CD, ح 20 B ح 18 T نو 2 D له 14 C نه  
 BT 30 له 29 BT نو 28 B كد 28 B ح C كد 27 B مه  
 لد 35 BT م 32 BT كز 32 BT ر 31 B ت نب B, ب 31 B نو  
 T لد B, ل 40 C ح 39 BT لب 37 T لد 36 T نو B نو 36 B  
 نب 51 B لب 49 B لب 48 CD ح 46 B ح 43 B مه 43  
 BT 59 نو 58 B ح 57 C ر 56 BT يه 55 BT

Almucantars of Latitude 16: hours 12;58									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	17	57	11	45	71	15	28	5	14
52	17	46	11	23	72	15	24	4	57
53	17	35	11	1	73	15	20	4	40
54	17	25	10	39	74	15	16	4	23
55	17	14	10	18	75	15	13	4	6
56	17	6	9	57	76	15	9	3	49
57	16	57	9	36	77	15	6	3	32
58	16	49	9	16	78	15	3	3	15
59	16	40	8	56	79	15	1	2	59
60	16	33	8	37	80	14	58	2	42
61	16	25	8	17	81	14	57	2	26
62	16	18	7	58	82	14	55	2	9
63	16	11	7	39	83	14	53	1	53
64	16	4	7	20	84	14	52	1	36
65	15	58	7	1	85	14	51	1	20
66	15	52	6	43	86	14	50	1	4
67	15	47	6	25	87	14	49	0	48
68	15	42	6	7	88	14	48	0	32
69	15	37	5	49	89	14	48	0	16
70	15	32	5	31	90	14	48	0	0

74 B م 72 D ه 71 T ح 70 D ح 69 T كز 60  
 B 84 B ند 82 BT نو 81 T ك CD ك 80

مقنطرات عرض يز ساعته يح ب									
عدد	أبعاد المراكز	أقسام الأقطار	عدد	أبعاد المراكز	أقسام الأقطار	عدد	أبعاد المراكز	أقسام الأقطار	عدد
[0]	س	يو	سز	يو	سز	ك	يو	سز	ك
1	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
2	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
3	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
4	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
5	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
6	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
7	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
8	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
9	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
10	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
11	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
12	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
13	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
14	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
15	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
16	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
17	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
18	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
19	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
20	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
21	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
22	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
23	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
24	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك
25	س	س	س	س	س	ك	س	س	ك

Almucantars of Latitude 17: hours 13;2									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	64	16	67	12					
1	60	39	63	25	26	25	43	24	10
2	57	26	60	1	27	25	10	23	27
3	54	31	56	56	28	24	40	22	46
4	51	54	54	8	29	24	11	22	7
5	49	31	51	35	30	23	43	21	29
6	47	20	49	14	31	23	17	20	52
7	45	22	47	5	32	22	51	20	16
8	43	32	45	5	33	22	27	19	41
9	41	52	43	14	34	22	3	19	7
10	40	19	41	31	35	21	42	18	35
11	38	53	39	55	36	21	21	18	4
12	37	34	38	25	37	21	1	17	33
13	36	19	37	0	38	20	41	17	3
14	35	10	35	41	39	20	23	16	34
15	34	6	34	26	40	20	5	16	5
16	33	5	33	15	41	19	48	15	38
17	32	8	32	8	42	19	32	15	11
18	31	14	31	4	43	19	17	14	45
19	30	24	30	4	44	19	2	14	19
20	29	36	29	5	45	18	48	13	54
21	28	51	28	10	46	18	34	13	29
22	28	9	27	18	47	18	21	13	5
23	27	30	26	28	48	18	8	12	41
24	26	52	25	40	49	17	56	12	18
25	26	16	24	54	50	17	45	11	56

مقنطرات عرض يز ساعاته يح ب									
أبصار		أبعاد		عدد		أبصار		أبعاد	
الأقطار		المراكز		عدد		الأقطار		المراكز	
ي	ه	يا	يه	عا	لدا	يا	لدا	يز	نا
نح	د	ز	يه	عب	يب	يا	كد	يز	نب
لو	د	ح	يه	عد	ن	ي	يح	يز	نح
يط	د	نط	يد	عد	كط	ي	ح	يز	ند
ح	د	نو	يد	عه	ح	ي	ند	يو	نه
و	د	نح	يد	عو	ط	م	يو	يو	نو
ل	د	ن	يد	عز	ط	ل	يو	يو	نز
يح	د	مز	يد	عح	ط	كط	يو	يو	نح
نز	ب	مه	يد	عط	ح	كا	يو	يو	نط
م	ب	مب	يد	ف	كط	ح	يو	يو	س
كد	ب	م	يد	فا	ي	ح	يو	يو	سا
ح	ب	لط	يد	فب	نا	ز	يه	يه	سب
نا	ا	لز	يد	فخ	لب	ز	يه	يه	سج
لو	ا	لو	يد	فد	ز	مو	يه	يه	سد
يط	ا	له	يد	فه	و	م	يه	يه	سه
ح	ا	لد	يد	فو	و	لد	يه	يه	سو
مز	ه	لح	يد	فز	و	كط	يه	يه	سز
لا	ه	لب	يد	فغ	ب	كد	يه	يه	سج
يو	ه	لب	يد	فط	ه	يط	يه	يه	سط
ه	ه	لب	يد	ص	ه	يه	يه	يه	ع

9 T ك، B ل، لب 8 BT بو [نو 3 B ك] كه CBD كط [لط 1 D سط] سد 0  
 [كو 15 B لو] له 14 B ند [نه 11 BTD نط] يط 10 BT ه [يد BT نح] نب  
 29 B نو [مو 28 T illeg. ي] BT م [مح 26 CD ك] ك 23 B ن [نا 21 CD بو  
 2] يط 44 T ه [ا 37 BT د] ح 34 CBD ب [نب 31 BT مد] مح 30 B ن [ز  
 B د] ز B, illeg. T مه [مو 64 BT ك] كد 52 B با [ما 48 T مح] مح 45 B مط  
 BT بط [ك 67 BT ك] كط 67 CD لب [لد 66 BT نه] نو BT لط [م 65 BT مح] يد  
 BT له [لو 84 B ما] نا 83 C ل [مح 78 B مح] مح 72 BT ا [ب 68 BT ك] كد 68  
 BT ه [يو 89 CD نز] مز 87 C مط [يط 85

Almucantars of Latitude 17: hours 13;2									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	17	34	11	34	71	15	11	5	10
52	17	24	11	12	72	15	7	4	53
53	17	13	10	50	73	15	3	4	36
54	17	3	10	29	74	14	59	4	19
55	16	54	10	8	75	14	56	4	3
56	16	45	9	48	76	14	53	3	46
57	16	37	9	28	77	14	50	3	30
58	16	29	9	8	78	14	47	3	13
59	16	21	8	48	79	14	45	2	57
60	16	13	8	29	80	14	42	2	40
61	16	6	8	10	81	14	40	2	24
62	15	59	7	51	82	14	39	2	8
63	15	52	7	32	83	14	37	1	51
64	15	46	7	14	84	14	36	1	36
65	15	40	6	56	85	14	35	1	19
66	15	34	6	37	86	14	34	1	3
67	15	29	6	20	87	14	33	0	57
68	15	24	6	2	88	14	32	0	31
69	15	19	5	44	89	14	32	0	16
70	15	15	5	27	90	14	32	0	0





مقنطرات عرض يح ساعاته يح و									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
عدد		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	يز	يب	يا	ك	عا	يد	ند	ه	و
نب	يز	ب	يا	ب	عب	يد	ن	د	مط
نح	يو	نح	ي	ما	ع	يد	مو	د	لب
ند	يو	مح	ي	ك	عد	يد	مح	د	يو
نه	يو	لد	ي	ه	عه	يد	م	د	ه
نو	يو	كو	ط	م	عو	يد	لو	ح	ح
نز	يو	يز	ط	ك	عز	يد	لد	ح	كز
نح	يو	ط	ط	ه	عح	يد	لا	ح	يا
نظ	يو	ب	ح	ما	عط	يد	كح	ب	ند
س	يه	ند	ح	كا	ف	يد	كو	ب	لح
سا	يه	مز	ح	ح	فا	يد	كد	ب	كب
سب	يه	م	ز	مد	فب	يد	كب	ب	و
سج	يه	لد	ز	كو	فج	يد	كا	ا	ن
سد	يه	كح	ز	ح	فد	يد	ك	ا	لد
سه	يه	كب	و	ن	فه	يد	يط	ا	يط
سو	يه	يو	و	لب	فوف	يد	يح	ا	ب
سز	يه	يا	و	يد	فوز	يد	يز	ه	مو
سج	يه	و	ه	نز	فج	يد	يز	ه	لا
سط	يه	ب	ه	م	فط	يد	يو	ه	يه
ع	يد	نح	ه	ك	ص	يد	يو	ه	ه

ل | ك 4 ب | ح | يح 3 ب | نو | نز 2 ب | نا | يا | ت مه | به 1 ب | كح | ع 0 C | و [tit.]  
 17 CD | ه | نه 14 B | مه | مد 10 BT | ي | ط 9 T | كه | كد 5 T  
 بط | لط 29 T | ل | ك 25 B | نا | نا 23 T | ع | ك 21 B | ه | 2<sup>2</sup> يد 18 T | ه | د |  
 مد 38 BT | ح | يد | ل | لا 37 C | نح | يح | BT | ند | نح 33 B | كب | ك 30 T  
 ح | نح 47 B | ه | م 45 B | م | ه 44 B | نو | نو 42 B | ح | ل 40 B | ه | ند 39 B | ح |  
 ز | يز 57 BT | كه | كو 56 B | مد | لد 55 C | نا | يا 50 B | و | ز 49 CD | مز | مو 48 B

Almucantars of Latitude 18: hours 13;6									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	17	12	11	23	71	14	54	5	6
52	17	2	11	2	72	14	50	4	49
53	16	53	10	41	73	14	46	4	32
54	16	43	10	20	74	14	43	4	16
55	16	34	10	0	75	14	40	4	0
56	16	26	9	40	76	14	36	3	43
57	16	17	9	20	77	14	34	3	27
58	16	9	9	0	78	14	31	3	11
59	16	2	8	41	79	14	28	2	54
60	15	54	8	21	80	14	26	2	38
61	15	47	8	3	81	14	24	2	22
62	15	40	7	44	82	14	22	2	6
63	15	34	7	26	83	14	21	1	50
64	15	28	7	8	84	14	20	1	34
65	15	22	6	50	85	14	19	1	19
66	15	16	6	32	86	14	18	1	2
67	15	11	6	14	87	14	17	0	46
68	15	6	5	57	88	14	17	0	31
69	15	2	5	40	89	14	16	0	15
70	14	58	5	23	90	14	16	0	0

م 62 BT | ب | ح | ط | ح CB | نه | ند 60 B | م | ما | ت | ط | ح | BT | ا | ب 59  
 ما | يا 78 BT | نز | لو 76 C | ند | ند 71 T | لو | نز 68 T | ع | ن 65 T | لد | مد C | ر  
 B | يو 90 BT | ل | لا | BT | نو | يز 88 BT | ح | 2<sup>2</sup> يط 85 B | ند 79 B

مقنطرات عرض يط ساعاته يحى									
أبصار		أبعاد		عدد		أبصار		أبعاد	
الأقطار		المراكز		عدد		الأقطار		المراكز	
[0]		ن		د		س		كا	
ا		ند		ي		ن		ن	
ب		نا		لب		ن		ن	
ج		مط		ي		ن		ن	
د		مز		هـ		م		م	
هـ		م		ا		م		م	
و		م		ب		م		م	
ز		ما		لب		م		م	
ح		لط		ي		م		م	
ط		ل		م		م		م	
ي		ن		هـ		م		م	
باب		ن		ن		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن		م		م		م	
ب		ن							

مقنطرات عرض يَط ساعاته يَحَى													
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد	
نا	نا	يو	نا	يا	يا	ع	ع	ل	ل	ب	ب	ه	ه
نب	نب	يو	ما	ي	ي	عب	عب	يد	يد	د	د	د	د
نح	نح	يو	لب	ي	ي	عد	عد	يد	يد	د	د	د	د
ند	ند	يو	كح	ي	يا	عد	عد	يد	يد	د	د	د	د
نه	نه	يو	يد	ط	نا	عه	عه	يد	يد	د	د	د	د
نو	نو	يو	ه	ط	لا	عو	عو	يد	يد	د	د	د	د
نث	نث	يه	نح	ط	يب	عز	عز	يد	يد	د	د	د	د
نخ	نخ	يه	ن	ح	نح	عح	عح	يد	يد	د	د	د	د
نظ	نظ	يه	مب	ح	لح	عط	عط	يد	يد	د	د	د	د
س	س	يه	له	ح	يد	ف	ف	يد	يد	د	د	د	د
سا	سا	يه	كط	ز	نو	فا	فا	يد	يد	د	د	د	د
سب	سب	يه	كب	ز	لح	فب	فب	يد	يد	د	د	د	د
سج	سج	يه	يو	ز	ك	فخ	فخ	يد	يد	د	د	د	د
سد	سد	يه	ي	ز	ب	فد	فد	يد	يد	د	د	د	د
سه	سه	يه	د	و	مد	فه	فه	يد	يد	د	د	د	د
سو	سو	يد	نظ	و	كز	فبو	فبو	يد	يد	د	د	د	د
سز	سز	يد	ند	و	ي	فز	فز	يد	يد	د	د	د	د
سح	سح	يد	ن	ه	نح	فخ	فخ	يد	يد	د	د	د	د
سط	سط	يد	مه	ه	لو	فط	فط	يد	يد	د	د	د	د
ع	ع	يد	ما	ه	يط	ص	ص	يد	يد	د	د	د	د

Almucantars of Latitude 19: hours 13;10									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	16	51	11	13	71	14	37	5	2
52	16	41	10	52	72	14	33	4	45
53	16	32	10	32	73	14	30	4	29
54	16	23	10	11	74	14	26	4	12
55	16	14	9	51	75	14	23	3	56
56	16	5	9	31	76	14	20	3	40
57	15	58	9	12	77	14	17	3	24
58	15	50	8	53	78	14	15	3	8
59	15	42	8	33	79	14	12	2	52
60	15	35	8	14	80	14	10	2	36
61	15	29	7	56	81	14	8	2	20
62	15	22	7	38	82	14	7	2	5
63	15	16	7	20	83	14	5	1	49
64	15	10	7	2	84	14	4	1	33
65	15	4	6	44	85	14	3	1	17
66	14	59	6	27	86	14	2	1	2
67	14	54	6	10	87	14	2	0	46
68	14	50	5	53	88	14	1	0	30
69	14	45	5	36	89	14	1	0	15
70	14	41	5	19	90	14	1	0	0

CD نخ| یخ 10 T نب، B م| یب 6 B مو| نو 3 T نو| یز B نه| ند 1 CD ما| کا 0  
نط| یط 26 B کح| کد 24 CD نه| یه T تر، B مو| نو 23 نو| یو 18 T نه| ند 16  
B مو| نو 33 BT اب| اب BT ه| او 31 B و| لو 30 B له| نه 29 CBD ن| ز C  
B ما| نا 44 BT نه| یو BT که| کو 43 B به| نه 41 BT مه| مد 38 B بن| نه 37  
BT لا| <sup>2</sup>لب 53 B یخ| یح B ما| نا 51 BT ب| ا 50 T ح| یح 48 T کو| کز 45  
کر| کب 62 B نه| نو 61 C یه| ید 60 T نب| نخ BT مط| ان 58 BT نر| نخ 57  
ز 82 CD کح| کد 77 B مد| مه 72 C ند 67 T کو| کز 66 B کو| یو 63 B  
BT د| ه BT و





مقنطرات عرض لك ساعاته يحيد																			
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد	
نا	نب	نح	ند	نه	نو	نز	نخ	نظ	س	سا	سب	سج	سد	سه	سو	سز	سم	سط	ع
يا	يى	يب	يح	يه	يمو	يلح	يك	يز	ه	نز	نخ	مز	مب	لز	لب	كح	كد		
ح	مب	كب	ب	مب	ك	د	م	كو	ح	ز	ز	و	و	و	ه	ه	ه		
ع	عب	عد	عد	عه	عو	عز	عح	عط	ف	فا	فب	فج	فد	فه	فو	فز	فخ	فط	ص
يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد	يد		
ك	يز	يك	يى	ز	د	ا	نظ	نز	ند	نخ	نا	ن	مح	مز	مو	مو	مو		
د	د	د	د	د	د	د	د	د	د	د	د	د	د	د	د	د	د		
نح	مب	كه	ط	نخ	لر	كا	و	ن	لد	يط	د	مح	لب	يو	ا	مو	ل	يه	د

انوار 9 B م 8 T ن 7 B ح 6 B مو 6 B مد 3 T نو 2 CD یط 0  
لؤلؤ 10 BT مه 15 BT ح 14 CD لد 14 B ر 12 T ح 10 BT بو  
CBD نا 21 BT م 19 BT کب 18 BT و 17 B لد 16 BT  
T کا 29 ا 29 T و 25 BT ط 25 BT ما 23 BT ک 23 BT مه 22  
BT ا 2 BT ا 1 BT ا 43 B ا 41 BT بو 38 BT لد 16 BT ط 35

Almucantars of Latitude 20: hours 13;14									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	16	30	11	3	71	14	20	4	58
52	16	20	10	42	72	14	17	4	42
53	16	11	10	22	73	14	13	4	25
54	16	2	10	2	74	14	10	4	9
55	15	54	9	42	75	14	7	3	53
56	15	46	9	23	76	14	4	3	37
57	15	38	9	4	77	14	1	3	21
58	15	31	8	45	78	13	59	3	6
59	15	23	8	26	79	13	57	2	50
60	15	17	8	8	80	13	54	2	34
61	15	11	7	50	81	13	53	2	19
62	15	5	7	32	82	13	51	2	3
63	14	58	7	14	83	13	50	1	48
64	14	53	6	57	84	13	48	1	32
65	14	47	6	39	85	13	47	1	16
66	14	42	6	22	86	13	47	1	1
67	14	37	6	5	87	13	46	0	46
68	14	32	5	48	88	13	46	0	30
69	14	28	5	31	89	13	46	0	15
70	14	24	5	15	90	13	46	0	0

B کد | کط 47 C نا | نا B نب | یب BT \* کب 46 BT ل | ل BT مر | م 44  
 مر | مو 56 B ح | ح<sup>2</sup> 54 B ک | کب 53 B ب | ب 51 B ک | کد 50 B ح | ح 48  
 | ن BT ب | یا 61 BT ط, CD ک | ک<sup>2</sup> 52 BT ح | ح 60 B ح | ح B ط | ط 57 B  
 64 BT ه | ه<sup>2</sup> ید BT ه ه, CD ه | ه ید ن 63 BT ط | ط لب BT و | و 62 BT نا  
 T لد | ل 76 T نه, C نب | نب ح C د | د 75 C ه | ه 73 BT ح | ح مز 65 BT ند | ند  
 B مو | مز 86 B ل | لب 84 BT م | م 83 B ل | لب 80 BT نه | نه 80  
 12 | مه BT 87 BT ه<sup>2</sup> 87

BT م ] ٨٧ مو BT ١٢ ]

مقنطرات عرض كا ساعاته يح بح									
أبصار		أبعاد		عدد		أبصار		أبعاد	
الأقطار		المراكز		عدد		الأقطار		المراكز	
[٥]		نا		يا		ند		كو	
ا	مح	مط	مط	مط	مط	مط	مط	مط	مط
ب	مو	م	م	م	م	م	م	م	م
٦	مد	م	م	م	م	م	م	م	م
د	مب	م	م	م	م	م	م	م	م
هـ	ما	م	م	م	م	م	م	م	م
و	مط	م	م	م	م	م	م	م	م
ز	مط	م	م	م	م	م	م	م	م
ح	م	م	م	م	م	م	م	م	م
ط	م	م	م	م	م	م	م	م	م
ي	م	م	م	م	م	م	م	م	م
١١	م	م	م	م	م	م	م	م	م
١٢	م	م	م	م	م	م	م	م	م
١٣	م	م	م	م	م	م	م	م	م
١٤	م	م	م	م	م	م	م	م	م
١٥	م	م	م	م	م	م	م	م	م
١٦	م	م	م	م	م	م	م	م	م
١٧	م	م	م	م	م	م	م	م	م
١٨	م	م	م	م	م	م	م	م	م
١٩	م	م	م	م	م	م	م	م	م
٢٠	م	م	م	م	م	م	م	م	م
٢١	م	م	م	م	م	م	م	م	م
٢٢	م	م	م	م	م	م	م	م	م
٢٣	م	م	م	م	م	م	م	م	م
٢٤	م	م	م	م	م	م	م	م	م
٢٥	م	م	م	م	م	م	م	م	م

Almucantars of Latitude 21: hours 13;18									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	51	11	54	49					
1	48	49	52	17	26	23	1	22	10
2	46	39	49	56	27	22	35	21	33
3	44	40	47	47	28	22	9	20	57
4	42	51	45	47	29	21	45	20	23
5	41	10	43	56	30	21	22	19	49
6	39	38	42	13	31	21	0	19	17
7	38	12	40	37	32	20	40	18	46
8	36	52	39	6	33	20	19	18	15
9	35	38	37	42	34	20	0	17	45
10	34	29	36	23	35	19	41	17	16
11	33	24	35	7	36	19	23	16	48
12	32	23	33	56	37	19	6	16	20
13	31	28	32	50	38	18	50	15	54
14	30	33	31	45	39	18	34	15	27
15	29	43	30	45	40	18	19	15	2
16	28	56	29	47	41	18	5	14	37
17	28	11	28	52	42	17	51	14	13
18	27	29	28	0	43	17	38	13	49
19	26	49	27	10	44	17	25	13	25
20	26	11	26	21	45	17	12	13	2
21	25	35	25	35	46	17	1	12	40
22	25	1	24	51	47	16	50	12	18
23	24	29	24	9	48	16	39	11	56
24	23	58	23	27	49	16	29	11	35
25	23	29	22	48	50	16	19	11	14

مقنطرات عرض کا ساعاتہ بحج									
عدد		أبعاد المراكز		عدد		أبعاد المراكز		عدد	
نا	يو	ي	ا	ي	لد	ع	يد	د	د
نب	يو	ا	ي	لد	ع	يد	د	د	د
نح	يه	نب	ي	يد	ع	يد	ن	د	د
ند	يه	ح	ط	ند	ع	يد	ن	د	د
نه	يه	له	ط	له	ع	يد	ن	د	د
نو	يه	كز	ط	يه	ع	يد	ن	د	د
نز	يه	يط	ح	نو	ع	يد	ن	د	د
نح	يه	يب	ح	لح	ع	يد	ن	د	د
نط	يه	ه	ح	يط	ع	يد	ن	د	د
س	يد	نح	ح	ا	ف	يد	ن	د	د
سا	يد	نب	ز	ح	فا	يد	ن	د	د
سب	يد	مو	ز	ك	فب	يد	ن	د	د
سج	يد	ما	ز	ح	فخ	يد	ن	د	د
سد	يد	له	و	نا	فد	يد	ن	د	د
سه	يد	ل	و	لد	فد	يد	ن	د	د
سو	يد	كه	و	يز	فد	يد	ن	د	د
سز	يد	ك	و	ه	فز	يد	ن	د	د
سح	يد	يو	ه	مد	فخ	يد	ن	د	د
سط	يد	يب	ه	كح	فط	يد	ن	د	د
ع	يد	ح	ه	يا	ص	يد	ن	د	د

نو | نو | D illeg. | ل | BT كد | ك | 12 T مط | م | 9 T ه | م | 3 D يط | م | 1 B مو | مط | 1  
 40 B نح | ند | BT مط | ن | 38 BT ك | ك | 29 C ب | ب | 17 BT ك | ك | 13 C  
 BT لد | 1 | 55 B نح | ند | 54 BT نح | يب | 45 D illeg. | م | 42 B ط | ط | C مط | يط |  
 T كو | ك | 66 B كد | ك | 62 B ل | ل | 58 T ن | ن | 57 BT كو | كو | 56 BT لد | 2 |  
 ه | يو | 85 BT م | م | 79 BT م | م | 77 B م | م | 68  
 T ه | يه | 89 T لد | ل | 88 T ل | ل | 87 BT

Almucantars of Latitude 21: hours 13;18									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	16	10	10	54	71	14	4	4	55
52	16	1	10	34	72	14	0	4	38
53	15	52	10	14	73	13	57	4	22
54	15	43	9	54	74	13	54	4	6
55	15	35	9	35	75	13	51	3	50
56	15	27	9	15	76	13	48	3	34
57	15	19	8	56	77	13	46	3	19
58	15	12	8	38	78	13	43	3	3
59	15	5	8	19	79	13	41	2	48
60	14	58	8	1	80	13	38	2	32
61	14	52	7	43	81	13	36	2	16
62	14	46	7	25	82	13	35	2	1
63	14	41	7	8	83	13	34	1	46
64	14	35	6	51	84	13	33	1	31
65	14	30	6	34	85	13	32	1	16
66	14	25	6	17	86	13	31	1	0
67	14	20	6	0	87	13	31	0	45
68	14	16	5	44	88	13	31	0	30
69	14	12	5	28	89	13	31	0	15
70	14	8	5	11	90	13	31	0	0





مقنطرات عرض كـب ساعته يحـكـب									
أبـعـاد		أبـعـاد		أبـعـاد		أبـعـاد		أبـعـاد	
المراکز		المراکز		المراکز		المراکز		المراکز	
عدد		عدد		عدد		عدد		عدد	
أنصاف		أنصاف		أنصاف		أنصاف		أنصاف	
الأقطار		الأقطار		الأقطار		الأقطار		الأقطار	
نا	د	بح	بح	عا	مه	ی	ن	یه	نا
له	د	مد	بح	عب	كد	ی	م	یه	نب
یط	د	ما	بح	عح	ه	ی	لب	یه	نح
ح	د	لح	بح	عد	مو	ط	كد	یه	ند
مح	ح	لو	بح	عه	کز	ط	یو	یه	نه
لب	ح	ل	بح	عو	ح	ط	ا	یه	نو
یو	ح	س	بح	عز	مط	ح	ح	یه	نز
ا	ح	کسم	بح	عج	لا	ح	ند	ید	نمح
مو	ب	کو	بح	عط	ی	ح	مز	ید	نقط
لا	ب	کد	بح	ف	نه	ز	ما	ید	س
ه	ب	کب	بح	قاب	ز	ز	کسم	ید	سب
ه	ب	ک	بح	فب	ز	ز	کسم	ید	سب
ه	ب	یط	بح	فط	ب	و	کسم	ید	سب
ه	ب	بح	بح	فد	ه	و	کسم	ید	سب
ه	ب	بح	بح	فنه	و	و	کسم	ید	سب
ه	ب	بح	بح	فو	و	و	کسم	ید	سب
ه	ب	بح	بح	ففر	ه	ه	کسم	ید	سب
ه	ب	بح	بح	فغ	ه	ه	کسم	ید	سب
ه	ب	بح	بح	فقط	ه	ه	کسم	ید	سب
ه	ب	بح	بح	ص	ه	ه	کسم	ید	سب

T بح 9 B ب [نب 8 BT ما] مب 7 CBD بر [نز T بر] مز 2 D ک [کح 1  
 16 CBD بر [نز 15 BT لب] ل 14 B بو [نو 13 T بر] یز 12 BT بد [بح 11  
 in corr. 26 CD نا 25 B مط [یط 24 B لط [یط 22 BT که] کو 20 BT ا  
 T بح [ح T بط] ل 32 T بر [نو BT کح] کط 31 T بر [یب 29 B ل] لد 28 D  
 40 T کح B ل [کد 38 T نه B له] نو 36 T بط [یب 35 D ند] نه 33 T له [که  
 BT کح] کط 46 T lac. [یب ن 45 lac. T یح یح 44 lac. T یح لو 43 B لو] مز

Almucantars of Latitude 22: hours 13;22									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	15	50	10	45	71	13	48	4	51
52	15	40	10	24	72	13	44	4	35
53	15	32	10	5	73	13	41	4	19
54	15	24	9	46	74	13	38	4	3
55	15	16	9	27	75	13	36	3	48
56	15	8	9	8	76	13	33	3	32
57	15	1	8	49	77	13	30	3	16
58	14	54	8	31	78	13	28	3	1
59	14	47	8	13	79	13	26	2	46
60	14	41	7	55	80	13	24	2	31
61	14	34	7	37	81	13	22	2	15
62	14	28	7	19	82	13	20	2	0
63	14	23	7	2	83	13	19	1	45
64	14	18	6	45	84	13	18	1	30
65	14	13	6	29	85	13	17	1	15
66	14	8	6	12	86	13	16	1	0
67	14	3	5	55	87	13	16	0	45
68	13	59	5	39	88	13	16	0	30
69	13	55	5	23	89	13	16	0	15
70	13	51	5	7	90	13	16	0	0

57 B کو [کز 55 BT مط] ن 51 C نو [بح 50 D کد] که 49 B in corr. 48  
 B ن [ز 70 T کح] کط 65 T ل [لد 61 C ه] نه BT م [ما 60 D لط] مط  
 B نه [یه 89 D مو] مه 83 BT ل [لا 80 BT مه] مو 79 D مح 75

[illegible]

Almucantars of Latitude 23: hours 13;27									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	46	17	50	17					
1	44	19	48	8	26	21	49	21	18
2	42	30	46	8	27	21	24	20	43
3	40	49	44	17	28	21	1	20	10
4	39	17	42	34	29	20	39	19	37
5	37	51	40	58	30	20	18	19	6
6	36	31	39	28	31	19	58	18	36
7	35	17	38	3	32	19	39	18	6
8	34	8	36	43	33	19	20	17	37
9	33	3	35	28	34	19	3	17	9
10	32	3	34	17	35	18	45	16	41
11	31	7	33	11	36	18	29	16	15
12	30	12	32	6	37	18	14	15	49
13	29	23	31	6	38	17	58	15	23
14	28	35	30	8	39	17	44	14	58
15	27	50	29	12	40	17	30	14	34
16	27	8	28	20	41	17	17	14	10
17	26	28	27	30	42	17	3	13	46
18	25	51	26	42	43	16	51	13	23
19	25	15	25	56	44	16	39	13	1
20	24	41	25	12	45	16	29	12	40
21	24	9	24	29	46	16	18	12	18
22	23	38	23	48	47	16	7	11	57
23	23	9	23	9	48	15	57	11	36
24	22	41	22	31	49	15	47	11	15
25	22	14	21	54	50	15	38	10	55

مقنطرات عرض كح ساعاته يح كز									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
عدد		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	يه	كط	ي	له	عا	بج	لا	د	مز
نب	يه	كا	ي	يو	عب	بج	كح	د	لا
نح	يه	ي	ط	نز	عد	بج	ك	د	يو
ند	يه	ه	ط	لح	عد	بج	كب	د	ه
نه	يد	نز	ط	يط	عه	بج	ك	د	مه
نو	يد	مط	ط	ه	عو	بج	بج	د	ل
نز	يد	مب	ح	مب	عز	بج	يه	د	يد
نم	يد	لو	ح	كد	عح	بج	ب	ب	نط
نط	يد	كط	ح	و	عط	بج	يا	ب	مد
س	يد	كح	ز	مط	ف	بج	ط	ب	كط
سب	يد	يز	ز	لا	فا	بج	ز	ب	يد
سج	يد	يا	ز	يد	فب	بج	و	ا	نط
سد	يد	و	و	نز	فج	بج	د	ا	مد
سج	يد	ا	و	م	فد	بج	د	ا	كط
سو	يد	نز	و	كد	فه	بج	ب	ا	يد
سز	يد	مز	و	ه	فز	بج	ب	ا	ه
سج	يد	ح	ه	ه	فح	بج	ب	ا	ل
سط	يد	لط	ه	ه	فط	بج	ب	ا	ه
ع	يد	له	ه	ه	ص	بج	ب	ا	ه

نب [يب 12 D د [ز 11 CD ك [ك 9 T لد [له 7 D نز [نز 0 D كو [كو [tit.]  
 B ر [يد 25 C بو [نو BT ه [يه 19 BT ما [نا 18 B ر [ن 15 BT ح [ح CD,  
 مب [ما BT مو [مه 35 BT ط [ي 28 B مع [مع in corr. T كد [كد 27 B نه [ند  
 [نز 41 T ح [ل B مع [لد 40 CD ح [نح 39 BT نط [نح 38 BT ل [كط 36 BT  
 [لح 54 C ر [نز 53 B ر [نز 48 BT م [لط 44 D ما [نا 43 BT ط [ي BT بو  
 ر [ح BT نا [نب 66 BT ك [كد B نو [نز 65 T نو [نز 63 B ل [ل 61 B ل  
 BT [ا 90 B ه [يد 85 T مه [مد 83 B مد [مد 75 B مو [مز 67 BT

Almucantars of Latitude 23: hours 13;27									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	15	29	10	35	71	13	31	4	47
52	15	21	10	16	72	13	28	4	31
53	15	13	9	57	73	13	25	4	16
54	15	5	9	38	74	13	22	4	0
55	14	57	9	19	75	13	20	3	45
56	14	49	9	0	76	13	18	3	30
57	14	42	8	42	77	13	15	3	14
58	14	36	8	24	78	13	13	2	59
59	14	29	8	6	79	13	11	2	44
60	14	23	7	49	80	13	9	2	29
61	14	17	7	31	81	13	7	2	14
62	14	11	7	14	82	13	6	1	59
63	14	6	6	57	83	13	4	1	44
64	14	1	6	40	84	13	3	1	29
65	13	57	6	24	85	13	2	1	14
66	13	52	6	8	86	13	2	1	0
67	13	47	5	51	87	13	1	0	45
68	13	43	5	35	88	13	1	0	30
69	13	39	5	19	89	13	1	0	15
70	13	35	5	3	90	13	0	0	0



مقنطرات عرض كد ساعاته يح لا									
أبصار		أبصار		أبصار		أبصار		أبصار	
عدد	المراكز	عدد	المراكز	عدد	المراكز	عدد	المراكز	عدد	المراكز
[0]	مد	ط	مح	به	كو	كا	نا	يد	ك
ا	مب	يط	مو	يط	كو	كا	نا	يد	ك
ب	م	لط	مد	مب	كو	كا	نا	يد	ك
د	لز	و	ما	مب	كو	كا	نا	يد	ك
هـ	لو	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
و	له	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
ز	لب	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
ح	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
ط	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
ي	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
يا	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
يب	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
يد	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
يو	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
يز	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
يح	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
ك	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
كا	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
كب	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك
كد	لا	و	لط	مب	كو	كا	نا	يد	ك

Almucantars of Latitude 24: hours 13;31									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	44	9	48	15					
1	42	19	46	19	26	21	14	20	54
2	40	39	44	28	27	20	51	20	20
3	39	6	42	44	28	20	29	19	48
4	37	40	41	8	29	20	8	19	17
5	36	21	39	38	30	19	48	18	46
6	35	6	38	13	31	19	28	18	16
7	33	58	36	54	32	19	9	17	47
8	32	53	35	39	33	18	52	17	19
9	31	53	34	28	34	18	35	16	52
10	30	56	33	21	35	18	19	16	25
11	30	2	32	16	36	18	3	15	59
12	29	12	31	16	37	17	48	15	34
13	28	24	30	18	38	17	34	15	9
14	27	39	29	22	39	17	19	14	44
15	26	57	28	30	40	17	6	14	20
16	26	18	27	40	41	16	53	13	57
17	25	40	26	52	42	16	41	13	34
18	25	4	26	6	43	16	29	13	12
19	24	31	25	22	44	16	18	12	50
20	23	58	24	39	45	16	7	12	29
21	23	27	23	58	46	15	57	12	8
22	22	59	23	19	47	15	47	11	47
23	22	31	22	41	48	15	36	11	26
24	22	4	22	4	49	15	27	11	6
25	21	38	21	28	50	15	18	10	46

مقنطرات عرض كد ساعاته يحلا									
عدد		أبعاد المراكز		أقسام الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
نا	يه	ي	ي	كز	عا	ع	ي	يو	د
نب	يه	ب	ي	ح	عب	د	ي	ي	د
ند	يد	ند	ط	مط	عد	د	ي	ي	د
نه	يد	مو	ط	ل	عد	د	ي	ز	د
نو	يد	لح	ط	يا	عه	د	ي	د	د
نز	يد	لا	ح	بح	عو	د	ي	ب	د
نر	يد	كد	ح	له	عز	د	ي	ه	د
نم	يد	يح	ح	يح	عح	د	ي	نم	د
نط	يد	يب	ح	ه	عط	د	ي	نو	د
س	يد	و	ز	ح	ف	د	ي	ند	د
سا	يد	ه	ز	كو	فا	د	ي	نب	د
سب	يد	نه	ز	ط	فب	د	ي	ن	د
سد	يد	ن	و	نب	فط	د	ي	مط	د
سم	يد	م	و	لو	فد	د	ي	مح	د
سو	يد	م	و	يط	فه	د	ي	مح	د
سز	يد	لا	و	د	فوز	د	ي	مز	د
سمع	يد	كز	ه	ه	فغ	د	ي	مو	د
سط	يد	ك	ه	ه	فط	د	ي	مو	د
ع	يد	ك	ه	ه	ص	د	ي	مو	د

Almucantars of Latitude 24: hours 13;31									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	15	10	10	27	71	13	16	4	44
52	15	2	10	8	72	13	13	4	29
53	14	54	9	49	73	13	10	4	13
54	14	46	9	30	74	13	7	3	58
55	14	38	9	11	75	13	4	3	42
56	14	31	8	53	76	13	2	3	27
57	14	24	8	35	77	13	0	3	12
58	14	18	8	18	78	12	58	2	57
59	14	12	8	0	79	12	56	2	42
60	14	6	7	43	80	12	54	2	27
61	14	0	7	26	81	12	52	2	12
62	13	55	7	9	82	12	50	1	57
63	13	50	6	52	83	12	49	1	42
64	13	45	6	36	84	12	48	1	28
65	13	40	6	19	85	12	48	1	14
66	13	36	6	3	86	12	47	0	59
67	13	31	5	47	87	12	46	0	44
68	13	27	5	31	88	12	46	0	30
69	13	23	5	15	89	12	46	0	15
70	13	20	5	0	90	12	46	0	0

بح [بح 7 T ر] و 6 CD مب [مد 3 BT \*بط [يه 0 supra C الاقليم الثاني [tit.]  
 D م [نب 17 CBD م] نز 15 B م] م 9 B م] م CD, م 8 BT م] ند BD  
 ط [كط 28 B م] ند 26 B بط [نط 22 BT ك] كز 21 B م] م 20 B ل [لا 19  
 BT ل [لو 48 B ن] ز B م] يو 45 BT م] لد 38 B م] م 37 T مو] مز 32 B  
 نز [نب 63 CD بو] كو 61 B و [ز 60 B ر] م 58 B ط] ح 56 B لط] مط 53  
 B م] يد 85 BT م] مب 83 C م] نب 81 B كد [كز 76 D كو] لو 64 CD

[illegible]

Almucantars of Latitude 25: hours 13;35									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	42	8	46	29					
1	40	29	44	39	26	20	40	20	30
2	38	55	42	55	27	20	18	19	58
3	37	30	41	19	28	19	58	19	27
4	36	10	39	48	29	19	38	18	57
5	34	56	38	24	30	19	18	18	27
6	33	47	37	4	31	19	0	17	58
7	32	42	35	49	32	18	42	17	30
8	31	42	34	38	33	18	24	17	2
9	30	45	33	31	34	18	8	16	35
10	29	52	32	27	35	17	52	16	9
11	29	2	31	27	36	17	37	15	43
12	28	14	30	28	37	17	23	15	19
13	27	29	29	33	38	17	9	14	55
14	26	47	28	41	39	16	56	14	31
15	26	8	27	51	40	16	42	14	7
16	25	30	27	3	41	16	30	13	44
17	24	54	26	16	42	16	18	13	22
18	24	20	25	32	43	16	7	13	0
19	23	48	24	50	44	15	56	12	39
20	23	18	24	9	45	15	46	12	18
21	22	48	23	29	46	15	35	11	57
22	22	20	22	51	47	15	26	11	37
23	21	54	22	14	48	15	17	11	17
24	21	28	21	38	49	15	7	10	57
25	21	4	21	4	50	14	59	10	38

مقنطرات عرض كه ساعاته يحوله									
عدد		أبعاد المراكز		عدد		أبعاد المراكز		عدد	
نا	يد	نا	ي	يط	عا	يح	ه	د	م
نب	يد	مح	ي	ه	عب	يب	نز	د	كه
نبح	يد	له	ط	ما	عح	يب	ند	د	ي
ند	يد	كز	ط	كب	عد	يب	نب	د	نه
نه	يد	ك	ط	د	عه	يب	مط	د	م
نو	يد	يح	ح	مو	عو	يب	مز	د	كه
نز	يد	ز	ح	كط	عز	يب	مه	د	ي
نبح	يد	ه	ح	يا	عح	يب	مح	ب	نه
نقط	يد	ند	ز	ند	عط	يب	ما	ب	م
س	يد	مط	ز	لز	ف	يب	لط	ب	م
س	يد	مح	ز	ك	فا	يب	لز	ب	ي
سب	يد	لمح	ز	د	فب	يب	لو	ا	نو
س	يد	لمح	و	مز	ف	يب	لد	ا	ما
سد	يد	مح	و	لا	فد	يب	لد	ا	كنز
سه	يد	مح	و	يه	فه	يب	لد	ا	يب
سو	يد	ك	ه	نقط	فو	يب	لب	ه	نبح
سز	يد	يو	ه	مح	فز	يب	لب	ه	ع
سبح	يد	يا	ه	كز	فح	يب	لا	ه	كط
سط	يد	ح	ه	يب	فط	يب	لا	ه	يه
ع	يد	د	د	نو	ص	يب	لا	ه	ه

13 B ب | نب 10 B مح | ل 8 T مو | مز 6 T لد | كد 5 B ه | نه 2 C بر | م 1  
 B ط | لد 22 CD ح | ب 20 T ب | ب 19 BT بر | يو 17 B با | نا 15 T ل | ل  
 34 B نر | نر BT كه | كد 33 B مح | ل 30 B مح | ل 29 C ه | د 25 B با | نا  
 B, لب | ط 38 BT مح | يط BT كب | ك 37 B بر | ل 36 B ب | نب 35 B ي | ح  
 47 BT لو | له 46 C د | ز 43 C ل | ب 42 T نه | ب 39 BT ند | نه T ح  
 كب | كز 68 BT د | د 62 C نه | د 59 B كو | كز 54 BT ح | ز 49 B كر | كو  
 لب | ل 85 T كو | كز 84 T له | لد 83 C ا | ب 81 T مو | مز 76 B مو | نو 70 B  
 BT د | يه 89 BT د | مد B لا | لب 87 T لا | لب 86 BT

Almucantars of Latitude 25: hours 13;35									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	14	51	10	19	71	13	0	4	40
52	14	43	10	0	72	12	57	4	25
53	14	35	9	41	73	12	54	4	10
54	14	27	9	22	74	12	52	3	55
55	14	20	9	4	75	12	49	3	40
56	14	13	8	46	76	12	47	3	25
57	14	7	8	29	77	12	45	3	10
58	14	0	8	11	78	12	43	2	55
59	13	54	7	54	79	12	41	2	40
60	13	49	7	37	80	12	39	2	25
61	13	43	7	20	81	12	37	2	10
62	13	38	7	4	82	12	36	1	56
63	13	33	6	47	83	12	34	1	41
64	13	28	6	31	84	12	33	1	27
65	13	24	6	15	85	12	33	1	12
66	13	20	5	59	86	12	32	0	58
67	13	16	5	43	87	12	32	0	44
68	13	11	5	27	88	12	31	0	29
69	13	8	5	12	89	12	31	0	15
70	13	4	4	56	90	12	31	0	0





مقنطرات عرض كوكب ساعاته يحرم									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
نا	يد	لب	ي	يا	عا	يب	مه	د	لز
نب	يد	كد	ط	نب	عب	يب	مب	د	كب
نح	يد	يو	ط	لح	عد	يب	لط	د	ز
ند	يد	ط	ط	يه	عد	يب	لو	د	نب
نه	يد	ب	ح	نز	عه	يب	لد	د	لز
نو	يح	نو	ح	م	عو	يب	لب	د	كح
نز	يح	مط	ح	كب	عز	يب	ل	د	ح
نم	يح	ح	ح	ه	عح	يب	كح	د	ب
نط	يح	لز	ز	مح	عط	يب	كوك	د	ب
س	يح	لب	ز	لب	ف	يب	كد	د	ب
سا	يح	كز	ز	يد	فا	يب	كح	د	ب
سب	يح	كب	و	نط	فب	يب	كب	د	ب
سج	يح	نز	و	مح	فج	يب	ك	د	ب
سد	يح	يح	و	كز	فد	يب	بط	د	ب
سه	يح	ح	و	يا	فه	يب	مخ	د	ب
سو	يح	د	ه	نه	فو	يب	مخ	د	ب
سز	يح	ه	ه	لظ	فز	يب	نز	د	ب
مخ	يب	نو	ه	كح	مخ	يب	يو	د	ب
سط	يب	نب	ه	ح	قط	يب	يو	د	ب
ع	يب	مح	د	نب	ص	يب	يو	د	ب

Almucantars of Latitude 26: hours 13;40									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	14	32	10	11	71	12	45	4	37
52	14	24	9	52	72	12	42	4	22
53	14	16	9	33	73	12	39	4	7
54	14	9	9	15	74	12	36	3	52
55	14	2	8	57	75	12	34	3	37
56	13	56	8	40	76	12	32	3	23
57	13	49	8	22	77	12	30	3	8
58	13	43	8	5	78	12	28	2	53
59	13	37	7	48	79	12	26	2	38
60	13	32	7	32	80	12	24	2	23
61	13	27	7	14	81	12	23	2	9
62	13	22	6	59	82	12	22	1	55
63	13	17	6	43	83	12	20	1	40
64	13	13	6	27	84	12	19	1	26
65	13	8	6	11	85	12	18	1	12
66	13	4	5	55	86	12	18	0	58
67	13	0	5	39	87	12	17	0	43
68	12	56	5	23	88	12	16	0	29
69	12	52	5	8	89	12	16	0	14
70	12	48	4	52	90	12	16	0	0

BT\* 17 د | B 17 ر | نز 14 T | مخ 12 B | نا 10 BT | ما | مب BT | لد 8  
 BT | مخ | يب D | نو | يز 32 B | مخ | مخ 23 B | مه | مد 22 CD | نط | بط T | كط | كد 19  
 | مخ 40 BT | مه | مو 38 BT | و | ه 37 BT | ند | مخ 35 BT | مخ | مب 34  
 | يد 61 BT | لط | م | BT | نه | نو 56 BT | كوك | ك 45 C | نه | يه 42 C | نه | نه B | مخ  
 B, | ك | كط 88 BT | ير | مخ 86 BT | ز | ح 77 BT | كب | ك 76 B | لد | لز 75 B\* | نه  
 T

مقنطرات عرض كَر ساعته بِحَدِّ											
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
[٠]	ا	ب	ح	د	هـ	و	ز	ح	ط	ي	يا
ب	ح	د	هـ	و	ز	ح	ط	ي	يا	يب	يد
ح	د	هـ	و	ز	ح	ط	ي	يا	يب	يد	يو
د	هـ	و	ز	ح	ط	ي	يا	يب	يد	يو	يز
هـ	و	ز	ح	ط	ي	يا	يب	يد	يو	يز	ك
و	ز	ح	ط	ي	يا	يب	يد	يو	يز	ك	كب
ز	ح	ط	ي	يا	يب	يد	يو	يز	ك	كب	ك
ح	ط	ي	يا	يب	يد	يو	يز	ك	كب	ك	كب
ط	ي	يا	يب	يد	يو	يز	ك	كب	ك	كب	ك
ي	يا	يب	يد	يو	يز	ك	كب	ك	كب	ك	كب
يا	يب	يد	يو	يز	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك
يب	يد	يو	يز	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب
يد	يو	يز	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك
يو	يز	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب
يز	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك
ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب
كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك	كب	ك

Almucantars of Latitude 27: hours 13;44									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	38	34	43	17					
1	37	8	41	40	26	19	37	19	47
2	35	49	40	10	27	19	17	19	17
3	34	35	38	45	28	18	57	18	47
4	33	26	37	26	29	18	38	18	18
5	32	22	36	11	30	18	21	17	50
6	31	21	34	59	31	18	4	17	23
7	30	24	33	52	32	17	48	16	56
8	29	31	32	48	33	17	32	16	30
9	28	41	31	48	34	17	16	16	4
10	27	53	30	49	35	17	2	15	40
11	27	8	29	54	36	16	48	15	15
12	26	27	29	2	37	16	34	14	51
13	25	47	28	12	38	16	22	14	28
14	25	10	27	24	39	16	9	14	5
15	24	34	26	38	40	15	57	13	43
16	23	59	25	53	41	15	46	13	21
17	23	27	25	10	42	15	35	13	0
18	22	56	24	29	43	15	25	12	39
19	22	28	23	50	44	15	14	12	18
20	22	0	23	12	45	15	5	11	58
21	21	33	22	35	46	14	55	11	38
22	21	8	21	59	47	14	47	11	19
23	20	43	21	24	48	14	38	11	0
24	20	20	20	51	49	14	30	10	41
25	19	58	20	18	50	14	22	10	22

مقنطرات عرض كز ساعته يحمد									
أقسام الأقطار		أبعاد المراكز		عدد	أقسام الأقطار		أبعاد المراكز		عدد
لد	د	ل	يب		عا	ح	ي	يد	
يط	د	كز	يب	عب	مد	ط	ه	يد	نب
د	د	كد	يب	عح	كو	ط	يح	يح	نح
ن	ح	كب	يب	عد	ح	ط	نا	يح	ند
له	ح	يط	يب	عه	نا	ح	مه	يح	نه
ك	ح	يز	يب	عو	لح	ح	لح	يح	نو
و	ح	يه	يب	عز	يو	ح	لب	يح	نز
نا	ب	يح	يب	عح	ه	ح	كز	يح	نح
نر	ب	يب	يب	عط	ز	ح	كا	يح	نظ
كب	ب	يب	يب	فا	كو	ز	يه	يح	س
ح	ب	ط	يب	فأ	ي	ز	ي	يح	سا
لظ	ا	ز	يب	فب	ند	و	و	يح	سب
كه	ا	و	يب	فد	لح	و	و	يح	سج
يا	ا	ه	يب	فه	و	و	نو	يب	سد
نو	ه	د	يب	فو	نا	ه	نح	يب	سه
ح	ه	ح	يب	فز	له	ه	مد	يب	سز
كح	ه	ب	يب	فح	ك	ه	م	يب	مخ
يد	ه	ب	يب	فط	د	ه	لز	يب	سط
ه	ه	ب	يب	ص	مط	د	لح	يب	ع

B ب | نب 7 B ب | بظ 6 CB نا | يا 5 B مو | مه D نه | له 3 D مه | مط 2  
 | نح 16 CD نب | يب 13 B بد | ند 11 D مد | مط B نح | نح 10 T نح | نح 8  
 كط B, كه | كد 23 B بظ | بظ BT ر | ح 22 B كه | كد BT نر | نو 18 B نح  
 | نح 29 CB م | 2 يز 27 B نح | نح 25 T ن, B, ر | نا T بظ, لظ | لك 24 T  
 لظ | م BT | ب D بو | يز 35 B ر | نو 32 B كح | لك 31 B ب | ن 30 CD ح  
 T نح | ت B | يا 45 B نه | يد 44 C ح | نح 40 T نه | نا 37 BT مر | نح 36 BT

Almucantars of Latitude 27: hours 13;44									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	14	13	10	3	71	12	30	4	34
52	14	5	9	44	72	12	27	4	19
53	13	58	9	26	73	12	24	4	4
54	13	51	9	8	74	12	22	3	50
55	13	45	8	51	75	12	19	3	35
56	13	38	8	33	76	12	17	3	20
57	13	32	8	16	77	12	15	3	6
58	13	27	8	0	78	12	13	2	51
59	13	21	7	43	79	12	12	2	37
60	13	15	7	26	80	12	10	2	22
61	13	10	7	10	81	12	9	2	8
62	13	6	6	54	82	12	7	1	53
63	13	1	6	38	83	12	6	1	39
64	12	56	6	22	84	12	5	1	25
65	12	52	6	6	85	12	4	1	11
66	12	48	5	51	86	12	3	0	56
67	12	44	5	35	87	12	3	0	43
68	12	40	5	20	88	12	2	0	28
69	12	37	5	4	89	12	2	0	14
70	12	33	4	49	90	12	2	0	0

om. CD, numeri a 50 usque ad 56 positi in  
 linea superiori CD 50 كد | 51 BT كا | كد 52 B د | ح 54 D نح | يد 55 CD ح | ح 56 D نح | نح 57 D نح | نح 58 D نح | نح 59 D نح | نح 60 D نح | نح 61 D نح | نح 62 D نح | نح 63 D نح | نح 64 D نح | نح 65 D نح | نح 66 D نح | نح 67 D نح | نح 68 D نح | نح 69 D نح | نح 70 D نح  
 BT 48 نو | نه 46  
 BT 51 كا | كد 52 B د | ح 54 D نح | يد 55 CD ح | ح 56 D نح | نح 57 D نح | نح 58 D نح | نح 59 D نح | نح 60 D نح | نح 61 D نح | نح 62 D نح | نح 63 D نح | نح 64 D نح | نح 65 D نح | نح 66 D نح | نح 67 D نح | نح 68 D نح | نح 69 D نح | نح 70 D نح  
 BT 48 نو | نه 46  
 BT 51 كا | كد 52 B د | ح 54 D نح | يد 55 CD ح | ح 56 D نح | نح 57 D نح | نح 58 D نح | نح 59 D نح | نح 60 D نح | نح 61 D نح | نح 62 D نح | نح 63 D نح | نح 64 D نح | نح 65 D نح | نح 66 D نح | نح 67 D نح | نح 68 D نح | نح 69 D نح | نح 70 D نح





مقنطرات عرض كح ساعاته يح مط									
أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز		عدد	أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز		عدد
لا	د	يه	يب		عا	نه	ط	نه	
يو	د	يب	يب	عب	لر	ط	مز	يح	نا
ا	د	ط	يب	عد	يط	ط	م	يح	نح
مز	د	ز	يب	عد	ب	ط	لد	يح	ند
لح	د	ه	يب	عه	مد	ح	كز	يح	نه
بح	د	ب	يب	عو	كز	ح	كا	يح	نو
د	د	ه	يب	عز	ي	ح	يه	يح	نز
مط	ب	بح	يا	عح	ند	ز	ي	يح	نح
له	ب	نز	يا	عظ	لر	ز	د	يح	نظ
كا	ب	نو	يا	ف	كا	ز	نظ	يب	س
و	ب	ند	يا	فا	ه	ز	ند	يب	سا
نح	ب	نح	يا	فب	مط	و	مط	يب	سب
ا	ب	نا	يا	فح	لح	و	مه	يب	سج
ا	ب	يا	يا	فد	بح	و	ما	يب	سد
ي	ب	ن	يا	فه	ب	و	لو	يب	سه
نو	ه	مط	يا	فو	مز	ه	لح	يب	سو
مب	ه	مط	يا	فز	لا	ه	كح	يب	سز
كح	ه	بح	يا	فغ	يو	ه	كب	يب	سج
يد	ه	بح	يا	فط	ا	ه	ب	يب	سط
ه	ه	بح	يا	ص	مو	د	ب	يب	ع

بح [نح 7 BTD] لو B لد [لح 3 CBTD] نو B [ر 2 B] [نر 0 C ط [مط. tit.]  
 يب [ير C, lac. D 11] يو [يو 11 B, lac. D] بح [نح 10 B] بح [نح 8 B]  
 illeg. [مو 17 B] كر [كو 14 CD] له [لد lac. T] [نظ 13 lac. D] [لو 12 T] نب  
 لح [نح BT] كو [كز 25 BT] ب [ا BT] ما [ي 23 B] بح [لح 22 B] [ر 21 T]  
 T, illeg. [نو B] [نو BT] [مز 27 BT] كو [كز BT] و [ز 26 T] [ر B, ر CD]  
 ك, كح [corr. ez] [كد 36 B] ب [نب 34 T] مد B, نه [ند 30 B] [ر<sup>2</sup> 29 D]  
 T [يه 57 D] ند C, مد [مد 55 T] نو CD, مد [ند D] [يح 39 B] [نظ 38 T]

Almucantars of Latitude 28: hours 13;49									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	13	55	9	55	71	12	15	4	31
52	13	47	9	37	72	12	12	4	16
53	13	40	9	19	73	12	9	4	1
54	13	34	9	2	74	12	7	3	47
55	13	27	8	44	75	12	5	3	33
56	13	21	8	27	76	12	2	3	18
57	13	15	8	10	77	12	0	3	3
58	13	10	7	54	78	11	58	2	49
59	13	4	7	37	79	11	57	2	35
60	12	59	7	21	80	11	56	2	21
61	12	54	7	5	81	11	54	2	6
62	12	49	6	49	82	11	53	1	52
63	12	45	6	33	83	11	52	1	38
64	12	41	6	18	84	11	51	1	24
65	12	36	6	2	85	11	50	1	10
66	12	33	5	47	86	11	49	0	56
67	12	28	5	31	87	11	49	0	42
68	12	25	5	16	88	11	48	0	28
69	12	22	5	1	89	11	48	0	14
70	12	19	4	46	90	11	48	0	0

[ز 74 BT] [ر بح BT] م [ما 64 B] [نظ C] [ند 61 BT] [نح 58 BT] [ي 58 BT]  
 [نو 79 BT] [ر بح B] [ب 76 BT] [لح 75 BT] [د 75 BT] [مز 75 BT] و  
 B [كح 88 BT] [ك 88 BT] [كا 88 BT] [نه 80 BT] [لد 80 BT]

مقنطرات عرض كط ساعاته يح تح									
أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز		عدد		أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز	
[0] ا ب ج د ه و ز ح ط ي يا يب ي ك ك ل ل م م ن و	ح	ل	ط	يا	ب ح د ه و ز ح ط ي يا يب ي ك ك ل ل م م ن و	لب	م	كز	له
	يط	لن	يح	كو	ز	ل	ل	د	ل
	ب	ا	ب	ك	م	ل	ل	د	ل
	ح	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	د	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ه	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	و	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ز	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ح	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ط	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ي	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	يا	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	يب	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ي	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ك	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ك	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ل	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ل	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	م	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	م	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	ن	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	و	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	و	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	و	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	و	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل
	و	ب	ب	ك	ل	ل	ل	د	ل

Almucantars of Latitude 29: hours 13;53									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	35	27	40	32					
1	34	13	39	7	26	18	37	19	8
2	33	4	37	47	27	18	19	18	39
3	32	0	36	32	28	18	1	18	11
4	31	0	35	21	29	17	43	17	43
5	30	4	34	14	30	17	27	17	17
6	29	10	33	10	31	17	11	16	51
7	28	20	32	9	32	16	56	16	25
8	27	32	31	10	33	16	41	16	0
9	26	47	30	15	34	16	27	15	36
10	26	6	29	23	35	16	14	15	12
11	25	26	28	33	36	16	1	14	49
12	24	49	27	45	37	15	49	14	27
13	24	12	26	58	38	15	37	14	4
14	23	39	26	14	39	15	26	13	43
15	23	6	25	31	40	15	15	13	21
16	22	36	24	50	41	15	4	13	0
17	22	7	24	11	42	14	54	12	40
18	21	39	23	33	43	14	44	12	19
19	21	13	22	56	44	14	35	12	0
20	20	47	22	20	45	14	26	11	40
21	20	23	21	45	46	14	17	11	21
22	20	0	21	12	47	14	9	11	2
23	19	38	20	40	48	14	0	10	43
24	19	17	20	8	49	13	52	10	24
25	18	57	19	38	50	13	44	10	6

مقنطرات عرض كط ساعته يح تح									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
عدد		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	يح	لز	ط	مح	عا	يب	ا	د	كح
نب	يح	ل	ط	ل	عب	يا	نح	د	يد
نح	يح	كح	ط	يح	عد	يا	نو	د	ه
ند	يح	يو	ح	نه	عد	يا	نح	د	مه
نه	يح	ي	ح	لح	عه	يا	ن	د	ل
نو	يح	د	ح	ح	عو	يا	مح	د	يو
نز	يب	نظ	ح	ه	عز	يا	مو	د	ب
نح	يب	نح	ز	مح	عح	يا	مد	ب	مز
نظ	يب	مح	ز	لب	عط	يا	مب	ب	ط
س	يب	مح	ز	يو	ف	يا	ما	ب	يط
سا	يب	لح	ز	ه	فا	يا	م	ب	ه
سب	يب	لد	و	مه	فب	يا	لط	ا	نا
سك	يب	كط	و	كط	فط	يا	لح	ا	لز
سد	يب	كه	و	يح	فد	يا	لز	ا	كح
سم	يب	كا	ه	يح	فه	يا	لو	ا	ط
سو	يب	يز	ه	يح	فو	يا	له	ه	نه
سز	يب	يد	ه	كح	فز	يا	له	ه	كح
سح	يب	ي	ه	يح	فح	يا	لد	ه	كح
سط	يب	ز	د	يح	فط	يا	لد	ه	يد
ع	يب	د	د	يح	ص	يا	لد	ه	ه

BT لح | لط 14 B مح | مه 12 B ح | د 2 CD ن | ز CD تح | يح 1 CD لز | لب 0  
 | يح 29 B لح | لط 27 BT لح | لز 26 BT ر | لز 25 B بو | نو 19 CBD ن | ز 17  
 B, نه | نو 32 BT ن | نا BT ي | يا 31 D كر, BT بو | 3<sup>3</sup> BT كو | كز 30 C مح  
 BT كب | كا BT بو | 2<sup>2</sup> BT 40 BT كو | كز 37 T نه | يد 35 D كو | كز 34 T نه  
 BT ك | يط BTD مه | مد 43 T نه, B نه | ند T ر | يد 42 B | ه | د 41  
 61 B مح | يح 58 BT س | يح BT كب | كح 53 BT كط | 1<sup>1</sup> T 52 ك | ك 45  
 C, يح | 71 B د | ز 69 CD يح | يح 68 BT مد | مه BT لح | لد 62 B, illeg. D و | ز

Almucantars of Latitude 29: hours 13;53									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	13	37	9	48	71	12	1	4	28
52	13	30	9	30	72	11	58	4	14
53	13	23	9	13	73	11	56	4	0
54	13	16	8	55	74	11	53	3	45
55	13	10	8	38	75	11	50	3	30
56	13	4	8	21	76	11	48	3	16
57	12	59	8	5	77	11	46	3	2
58	12	53	7	48	78	11	44	2	47
59	12	48	7	32	79	11	42	2	33
60	12	43	7	16	80	11	41	2	19
61	12	38	7	0	81	11	40	2	5
62	12	34	6	45	82	11	39	1	51
63	12	29	6	29	83	11	38	1	37
64	12	25	6	13	84	11	37	1	23
65	12	21	5	58	85	11	36	1	9
66	12	17	5	43	86	11	35	0	55
67	12	14	5	28	87	11	35	0	42
68	12	10	5	13	88	11	34	0	28
69	12	7	4	58	89	11	34	0	14
70	12	4	4	43	90	11	34	0	0

88 C نا | نا 82 C مب | مد 78 BT | ب 77 lac. D نو | 73 BT كط | كح lac. D  
 T له | لد 90 D نه, T مح | يد T له | لد 89 BT له | لد



مقنطرات عرض ل ساعته يح تح									
أبصار		أبصار		عدد		أبصار		عدد	
الأقطار		المراكز		عدد		الأقطار		عدد	
[0]		ل		ب		ل		ب	
مط		مح		كو		مح		كو	
كا		ن		ل		ن		ل	
ب		ح		ل		ح		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	
ب		ن		ل		ن		ل	



[illegible]

Almucantars of Latitude 31:      hours 14;3									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	32	42	38	9					
1	31	38	36	54	26	17	40	18	31
2	30	37	35	42	27	17	23	18	4
3	29	41	34	35	28	17	6	17	37
4	28	48	33	31	29	16	51	17	11
5	27	58	32	30	30	16	36	16	46
6	27	10	31	31	31	16	21	16	21
7	26	26	30	36	32	16	7	15	57
8	25	44	29	44	33	15	53	15	33
9	25	5	28	54	34	15	41	15	10
10	24	27	28	5	35	15	28	14	47
11	23	51	27	19	36	15	16	14	25
12	23	18	26	35	37	15	5	14	3
13	22	45	25	52	38	14	54	13	42
14	22	15	25	11	39	14	43	13	21
15	21	46	24	32	40	14	33	13	0
16	21	18	23	53	41	14	23	12	40
17	20	51	23	16	42	14	14	12	20
18	20	26	22	40	43	14	4	12	0
19	20	2	22	6	44	13	55	11	41
20	19	39	21	33	45	13	47	11	22
21	19	17	21	0	46	13	39	11	4
22	18	56	20	29	47	13	31	10	45
23	18	36	19	58	48	13	23	10	27
24	18	16	19	28	49	13	16	10	9
25	17	57	18	59	50	13	8	9	51

مقنطرات عرض لا ساعاته يد ح									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
عدد		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	يح	ب	ط	لد	عا	يا	لب	د	ك
نب	يب	نه	ط	يز	عب	يا	كط	د	ح
نح	يب	مط	ط	ة	عد	يا	كز	د	ند
ند	يب	مح	ح	مح	عد	يا	كد	د	م
نه	يب	لر	ح	كز	عه	يا	كب	د	كو
نو	يب	لا	ح	ي	عو	يا	ك	د	يب
نز	يب	كو	ز	ند	عز	يا	يح	ب	نح
نم	يب	كا	ز	لح	عح	يا	يو	ب	مد
نط	يب	يو	ز	كب	عط	يا	يد	ب	لا
س	يب	يب	ز	ز	ف	يا	يد	ب	بو
سا	يب	ز	و	نا	فا	يا	يب	ب	د
سب	يب	د	و	لو	فب	يا	يب	ب	مط
سج	يا	نقط	و	كا	فخ	يا	ي	ا	له
سد	يا	ند	و	ه	فد	يا	ط	ا	كا
سه	يا	ن	ه	ن	فه	يا	ط	ا	ح
سو	يا	مز	ه	له	فو	يا	ح	ة	ند
سز	يا	مد	ه	كا	فز	يا	ح	ة	ما
ممع	يا	م	ه	و	مغ	يا	ز	ة	كز
سط	يا	لر	د	نا	فط	يا	ز	ة	يد
ع	يا	لد	د	لر	ص	يا	ز	ة	ة

BT 12 بر | ب | كو | كز | 10 BT مه | امد | CD | كو | كه | 8 B مخ | نخ | 5 T | لح | الخ | 0  
 ك | يط | له | 23 D | نو | نو | 22 CD | يو | يز | 21 CD | كب | ك | 17 BT | ند | نخ | 16  
 35 BT | ند | نخ | 33 C | بر | 2 يو | 30 BT | ر | و | 28 CD | ك | الخ | 24 BT | ه | يو | 24 C  
 | يو | 49 B | illeg. | كز | ب | كد | ك | 48 B | د | د | 46 B | ك | ك | 42 T | د | د | 37 T | مو | مز  
 ن | 2 | 60 T | كد | كب | 59 T | illeg. | ح | 56 BT | كو | 55 BT | مز | 55 BT | ه  
 T | كو | B | لو | لر | 70 BT | ه | و | 68 BT | ك | كا | 67 BT | مد | د | ح | 62 D | ب | C  
 CD | نب | ند | 86 CD | م | مد | B | نو | يو | 78 BT | كب | ك | 71 BT | لا | لب | 71

Almucantars of Latitude 31: hours 14;3									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	13	2	9	34	71	11	32	4	23
52	12	55	9	17	72	11	29	4	8
53	12	49	9	0	73	11	27	3	54
54	12	43	8	43	74	11	24	3	40
55	12	37	8	27	75	11	22	3	26
56	12	31	8	10	76	11	20	3	12
57	12	26	7	54	77	11	18	2	58
58	12	21	7	38	78	11	16	2	44
59	12	16	7	22	79	11	14	2	31
60	12	12	7	7	80	11	14	2	16
61	12	7	6	51	81	11	12	2	3
62	12	3	6	36	82	11	11	1	49
63	11	59	6	21	83	11	10	1	35
64	11	54	6	5	84	11	9	1	21
65	11	50	5	50	85	11	9	1	8
66	11	47	5	35	86	11	8	0	54
67	11	44	5	21	87	11	8	0	41
68	11	40	5	6	88	11	7	0	27
69	11	37	4	51	89	11	7	0	14
70	11	34	4	37	90	11	7	0	0



مقنطرات عرض لب ساعاته يد ح									
أبصار		أبصار		عدد		أبصار		عدد	
الأقطار		المراكز		عدد		الأقطار		المراكز	
يد	مح	يز	يب	يز	كو	له	ل	لا	[٥] ا
كب	يز	نر	يز	يو	كز	لد	ل	كط	ب
نو	يز	ما	كو	يو	كخ	لح	ل	كخ	ح
لا	يو	يا	كو	يو	كط	لب	مز	كو	د
ز	يو	نر	كو	يه	لا	ل	لح	كو	ه
ح	يه	ل	كو	يه	لب	ند	لح	كو	و
ط	يد	مح	كو	يه	لح	د	ند	كو	ز
ي	يد	و	كو	يه	لد	يو	يو	كو	ح
ب	يد	ه	كو	يد	لو	له	ما	كو	ط
د	يح	لح	كو	يد	لخ	ح	ز	كو	ي
و	يح	ك	كو	يد	لط	كب	له	كو	باب
ز	يب	يب	كو	يد	م	د	ح	كو	ب
ح	يب	ح	كو	يد	ما	كز	ما	كو	ب
ط	يب	ند	كو	يح	مح	نا	يو	كو	ب
ي	يا	لز	كو	يح	مد	يو	كخ	كو	ب
نو	يا	كط	كو	يح	مه	مب	كا	كو	ب
لح	ي	كا	كو	يح	مو	ي	كا	كو	ب
ك	ي	و	كو	يح	مز	ط	ك	كو	ب
ب	ي	ن	كو	يب	مح	ل	يط	كو	ب
مد	ط	ن	كو	يب	ن	مح	ب	ل	ب

مقنطرات عرض لب ساعاته يد ح									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
عدد		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	يب	مد	ط	كز	عا	يا	يح	د	ك
نب	يب	لح	ط	ي	عب	يا	يه	د	و
نح	يب	لب	ح	ند	عح	يا	يح	ح	ن
ند	يب	كز	ح	لح	عد	يا	يا	ح	لح
نه	يب	كا	ح	كا	عه	يا	يا	ح	ك
نو	يب	يو	ح	و	عو	يا	يا	و	ي
نز	يب	يا	ز	ن	عز	يا	يا	د	نو
نح	يب	و	ز	لد	عح	يا	يا	ح	ن
نط	يب	ا	ز	يح	عط	يا	يا	ا	كط
س	يا	نز	ز	ح	ف	يا	يا	ه	بو
سا	يا	نب	و	مز	فا	ي	نط	ب	ب
سب	يا	مح	و	لب	فب	ي	نز	ا	مح
سح	يا	مد	و	يز	فخ	ي	نو	ا	لد
سد	يا	م	و	ب	فد	ي	نه	ا	ك
سه	يا	لو	ه	مز	فه	ي	نه	ا	ز
سو	يا	لب	ه	لب	فو	ي	ند	ه	نح
سز	يا	كط	ه	يح	فز	ي	ند	ه	م
سح	يا	كو	ه	ح	فغ	ي	نح	ه	كو
سط	يا	كح	د	مط	فط	ي	نح	ه	نح
ع	يا	كا	د	له	ص	ي	نح	ه	ه

14 T كك [مب 5 BT\* لو] 3 D له [ل 2 B لب] 1 B لو [لر B كو] 0 كز  
 B ب [و 23 D illeg. ط] B كه [كو 22 B كا] ك [مح 21 D كه, BT, لو] له  
 B مح [يز 27 BT يه [يد BT يح] يب 26 B ما] ل 25 B illeg. ي [ه 24 B  
 لد [ل 33 CD مح] مح<sup>2</sup> 32 C [ر 31 B نو] نو BT كو] كه 29 B نو [يز 28  
 ند, B [يه 45 B كو] كب 39 BT لب [ل 38 BT ند] نه 36 BT لو] له 35 D  
 C [ر 60 T illeg. يو] 56 BT كك [كا 55 T كو] كز 51 T  
 B نو [نو 83 C ه] نط 81 C ط [ا 79 D 77 usque ad 87 positi in linea superiori  
 76-86 numeri a om. D; 76 T ر] و B [يه 72 D مو] مز C ب [نب 61  
 BT مح] م 87 T ند [نح 86 B ن] ز T ند [نه 85

Almucantars of Latitude 32: hours 14;8									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	12	44	9	27	71	11	18	4	20
52	12	38	9	10	72	11	15	4	6
53	12	32	8	54	73	11	13	3	52
54	12	27	8	38	74	11	11	3	38
55	12	21	8	21	75	11	8	3	24
56	12	16	8	6	76	11	6	3	10
57	12	11	7	50	77	11	4	2	56
58	12	6	7	34	78	11	3	2	43
59	12	1	7	18	79	11	1	2	29
60	11	57	7	3	80	11	0	2	16
61	11	52	6	47	81	10	59	2	2
62	11	48	6	32	82	10	57	1	48
63	11	44	6	17	83	10	56	1	34
64	11	40	6	2	84	10	55	1	20
65	11	36	5	47	85	10	55	1	7
66	11	32	5	32	86	10	54	0	53
67	11	29	5	18	87	10	54	0	40
68	11	26	5	3	88	10	53	0	26
69	11	23	4	49	89	10	53	0	13
70	11	21	4	35	90	10	53	0	0



مقنطرات عرض ١٣ ساعاته يد ١٣									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز		عدد		أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز	
نا	يب	كح	ط	كا	عا	يا	ح	د	يز
نب	يب	كب	ط	د	عب	يا	ه	د	ح
نح	يب	يو	ح	مح	عح	ي	نح	ح	مط
ند	يب	ي	ح	لب	عد	ي	نو	ح	له
نه	يب	ه	ح	يو	عه	ي	ند	ح	كب
نو	يب	ه	ح	ه	عو	ي	نب	ح	ح
نز	يا	نه	ز	مد	عز	ي	ن	ب	ند
نح	يا	ن	ز	كط	عح	ي	مط	ب	ما
نط	يا	مه	ز	يح	عط	ي	مز	ب	كح
س	يا	ما	و	نح	ف	ي	مو	ب	يد
ساب	يا	لز	و	مح	فا	ي	مه	ب	ا
سب	يا	لح	و	كح	غب	ي	مد	ا	مز
سد	يا	كط	و	يح	فح	ي	مح	ا	لد
سه	يا	كا	ه	مح	فد	ي	مب	ا	ك
سو	يا	يح	ه	كط	فو	ي	ما	ه	ز
سز	يا	يه	ه	يد	فز	ي	م	ه	لط
سح	يا	يب	ه	ه	غح	ي	م	ه	كو
سط	يا	ط	د	مو	فط	ي	م	ه	يح
ع	يا	و	د	لب	ص	ي	م	ه	ه

BT 11 ل | لا 9 B | ه 7 D | د 5 T | ح 4 BT | لو 3 لط | CD 3 ح | نح 2  
 | نح 18 B | كح 1 B | ه 16 C | ر 14 BT | نب 13 T | كو 1 كد  
 C, | نه 22 lac. D | ه 21 BT, lac. D | لو 20 C, lac. D | نو 19 D | ح  
 كد | BT 25 ب | ند 25 B | نب 24 T | ك 24 T | لو 23 lac. D  
 نب | نح 40 BT | ك 38 D | ح 33 B | يز 33 B | مو 30 BT  
 | ل 61 D | نح 60 BT | ك 58 C | نو 53 T | ر 52 BT | مر 52 BT  
 72 BT | ل 70 T | مر 69 T | نو 67 C | نح 64 BT | ك 62 B | لو  
 BT | ك 79 B | ند 75 T | ر 75

Almucantars of Latitude 33: hours 14;13									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	12	28	9	21	71	11	3	4	17
52	12	22	9	4	72	11	0	4	3
53	12	16	8	48	73	10	58	3	49
54	12	10	8	32	74	10	56	3	35
55	12	5	8	16	75	10	54	3	22
56	12	0	8	0	76	10	52	3	8
57	11	55	7	44	77	10	50	2	54
58	11	50	7	29	78	10	49	2	41
59	11	45	7	13	79	10	47	2	28
60	11	41	6	58	80	10	46	2	14
61	11	37	6	43	81	10	45	2	1
62	11	33	6	28	82	10	44	1	47
63	11	29	6	13	83	10	43	1	34
64	11	25	5	58	84	10	42	1	20
65	11	21	5	43	85	10	42	1	7
66	11	18	5	29	86	10	41	0	53
67	11	15	5	14	87	10	41	0	39
68	11	12	5	0	88	10	40	0	26
69	11	9	4	46	89	10	40	0	13
70	11	6	4	32	90	10	40	0	0



مقنطرات عرض لد ساعاته يد يط					
عدد	أبعاد المراكز	أنصاف الأقطار	عدد	أبعاد المراكز	أنصاف الأقطار
[0]	ك	ح	ك	ح	ح
1	ك	د	ك	د	د
2	ك	د	ك	د	د
3	ك	د	ك	د	د
4	ك	د	ك	د	د
5	ك	د	ك	د	د
6	ك	د	ك	د	د
7	ك	د	ك	د	د
8	ك	د	ك	د	د
9	ك	د	ك	د	د
10	ك	د	ك	د	د
11	ك	د	ك	د	د
12	ك	د	ك	د	د
13	ك	د	ك	د	د
14	ك	د	ك	د	د
15	ك	د	ك	د	د
16	ك	د	ك	د	د
17	ك	د	ك	د	د
18	ك	د	ك	د	د
19	ك	د	ك	د	د
20	ك	د	ك	د	د
21	ك	د	ك	د	د
22	ك	د	ك	د	د
23	ك	د	ك	د	د
24	ك	د	ك	د	د
25	ك	د	ك	د	د

Almucantars of Latitude 34: hours 14;19									
no.	dist. of centres		semi- diam.		no.	dist. of centres		semi- diam.	
[0]	29	8	35	8					
1	28	15	34	4	26	16	19	17	42
2	27	25	33	3	27	16	4	17	16
3	26	37	32	4	28	15	50	16	52
4	25	53	31	9	29	15	36	16	27
5	25	11	30	16	30	15	23	16	4
6	24	32	29	26	31	15	10	15	41
7	23	55	28	38	32	14	58	15	18
8	23	19	27	51	33	14	46	14	56
9	22	46	27	7	34	14	34	14	34
10	22	14	26	24	35	14	23	14	13
11	21	43	25	43	36	14	12	13	52
12	21	14	25	3	37	14	2	13	31
13	20	47	24	25	38	13	52	13	11
14	20	20	23	48	39	13	43	12	51
15	19	55	23	12	40	13	34	12	32
16	19	30	22	37	41	13	25	12	13
17	19	7	22	3	42	13	16	11	54
18	18	45	21	31	43	13	8	11	35
19	18	25	21	0	44	13	0	11	16
20	18	5	20	30	45	12	52	10	58
21	17	46	20	0	46	12	44	10	40
22	17	27	19	31	47	12	37	10	23
23	17	9	19	3	48	12	30	10	5
24	16	52	18	35	49	12	23	9	48
25	16	35	18	8	50	12	17	9	31

مقنطرات عرض لد ساعاته يد يط									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
نا	يب	يا	ط	يه	ط	عا	ي	مط	د
نب	يب	ه	ح	نح	ح	عب	ي	مز	د
نح	يا	نط	ح	مب	ح	عد	ي	مه	د
ند	يا	ند	ح	كو	ح	عد	ي	مح	د
نه	يا	مط	ح	يا	ح	عه	ي	ما	د
نو	يا	مد	ز	نه	ز	عو	ي	لظ	د
نز	يا	لظ	ز	لظ	ز	عز	ي	لز	د
نح	يا	لد	ز	كد	ز	عح	ي	لو	د
نط	يا	ل	ز	ط	ز	عط	ي	لد	د
س	يا	كو	و	ند	و	ف	ي	لح	د
س	يا	كب	و	لظ	و	فا	ي	لب	د
سب	يا	يح	و	كد	و	فب	ي	ل	د
يح	يا	يد	و	ط	و	فح	ي	كط	د
سد	يا	ي	ه	ند	ه	فد	ي	سكط	د
سه	يا	ز	ه	م	ه	فه	ي	سسكط	د
سو	يا	د	ه	كه	ه	فو	ي	سسكط	د
نز	يا	ه	ه	يا	ه	فز	ي	سسكط	د
نح	ي	نز	د	نز	د	نح	ي	سسكط	د
سط	ي	نه	د	مح	د	فط	ي	سسكط	د
ع	ي	نب	د	كط	د	ص	ي	سسكط	د

B, لد [نه 15 بط 2] لا 14 BT مو [مز 13 T نا] ز 9 T ند B, ند [نح 4 B ح] د 2  
 د [يح 35 T كد] كنز 29 D ب, BT نا [نب 28 D illeg. D 24 B د] د 17 T ند  
 كط, B كه [ل 48 BT كب] كح T لو [لز 47 B مر] مد 46 T ند [نح 45 T  
 CD 73 ند] كد 62 BT مح [مد 56 BT ي] يا BT مح [مط 55 BT نح] ند 54 T  
 B بو [و 85 BT \*بط] يو 84 CD مح [يح 80 T مو] مز

Almucantars of Latitude 34: hours 14;19									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	12	11	9	15	71	10	49	4	15
52	12	5	8	58	72	10	47	4	1
53	11	59	8	42	73	10	45	3	47
54	11	54	8	26	74	10	43	3	33
55	11	49	8	11	75	10	41	3	20
56	11	44	7	55	76	10	39	3	6
57	11	39	7	39	77	10	37	2	53
58	11	34	7	24	78	10	36	2	40
59	11	30	7	9	79	10	34	2	26
60	11	26	6	54	80	10	33	2	13
61	11	22	6	39	81	10	32	2	0
62	11	18	6	24	82	10	30	1	46
63	11	14	6	9	83	10	29	1	33
64	11	10	5	54	84	10	28	1	16
65	11	7	5	40	85	10	28	1	6
66	11	3	5	25	86	10	28	0	53
67	11	0	5	11	87	10	27	0	39
68	10	57	4	57	88	10	27	0	26
69	10	55	4	43	89	10	27	0	13
70	10	52	4	29	90	10	27	0	0

مقنطرات عرض له ساعاته يد كه									
أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز		عدد		أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز	
كز	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
ب	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
لح	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
يد	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
نا	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
كح	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
و	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
مد	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
كح	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
ب	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
مب	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
ك	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
ب	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
مب	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
كح	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
د	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
مه	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
كز	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
ط	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
نا	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
لح	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
بو	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح
ن	ب	يز	م	كو	يه	لد	يه	ح	كح

Almucantars of Latitude 35: hours 14;25									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	28	3	34	15					
1	27	14	33	14	26	15	54	17	27
2	26	26	32	15	27	15	40	17	2
3	25	42	31	20	28	15	26	16	38
4	25	0	30	27	29	15	13	16	14
5	24	21	29	37	30	15	0	15	51
6	23	44	28	49	31	14	47	15	28
7	23	8	28	2	32	14	35	15	6
8	22	35	27	18	33	14	24	14	44
9	22	3	26	35	34	14	13	14	23
10	21	32	25	53	35	14	2	14	2
11	21	4	25	14	36	13	52	13	42
12	20	36	24	36	37	13	42	13	20
13	20	9	23	58	38	13	33	13	2
14	19	44	23	22	39	13	23	12	42
15	19	20	22	48	40	13	14	12	23
16	18	57	22	14	41	13	5	12	4
17	18	35	21	42	42	12	57	11	45
18	18	14	21	10	43	12	49	11	27
19	17	54	20	40	44	12	42	11	9
20	17	35	20	10	45	12	34	10	51
21	17	16	19	41	46	12	27	10	33
22	16	59	19	13	47	12	20	10	16
23	16	42	18	46	48	12	13	9	59
24	16	25	18	19	49	12	6	9	42
25	16	10	17	53	50	12	0	9	25

Note: For the table of latitude 35 D has wild values and was therefore not included in the collation.

مقنطرات عرض له ساعاته يد كه									
عدد		أبعاد المراكز		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	يا	نه	ط	ط	عا	ي	له	د	يب
نب	يا	مط	ح	نح	عب	ي	لا	ح	نط
نح	يا	مد	ح	لز	عد	ي	لا	ح	مه
ند	يا	لح	ح	كا	عد	ي	كط	ح	لا
نه	يا	لا	ح	ه	عه	ي	كز	ح	يخ
نو	يا	كح	ز	ن	عو	ي	كه	ح	ه
نز	يا	كيد	ز	له	عز	ي	كيد	ب	نا
نم	يا	بيط	ز	بيط	عح	ي	كب	ب	لح
نط	يا	يد	ز	د	عط	ي	كا	ب	كم
س	يا	ي	و	مط	ف	ي	بيط	ب	يا
سا	يا	و	و	لد	فا	ي	بيخ	ا	بيخ
سب	يا	ح	و	ك	فب	ي	يز	ا	م
سج	ي	نظ	و	ه	فح	ي	يو	ا	لب
سد	ي	نه	ه	ن	فد	ي	يه	ا	بيخ
سه	ي	نب	ه	لو	فه	ي	يه	ا	ه
سو	ي	مط	ه	كب	فو	ي	يد	ه	نب
سز	ي	مو	ه	ح	فز	ي	يد	ه	لط
سبح	ي	ح	د	ند	فغ	ي	يد	ه	كو
سط	ي	م	د	م	فط	ي	يد	ه	يخ
ع	ي	لح	د	د	ص	ي	يد	ه	ه

[نح BT 10 لب] T 10 [د 9 B م] مد 6 B كو [كز 4 BT م] C ند 1 [يد 1  
 B ك] كه 24 B لو [يو 21 ح] ح 21 B م [له 20 D لا] T م [نح 13 B م  
 45 BT \*كب] ك 37 T م [يد 34 B illeg. م] 27 T كو [كز 26 BT ط] ي 25  
 [مب 49 B ط] نط B ي [ط 48 B كه] يو 47 B لب [لح 46 B ن] نا  
 B [لز 53 B ه] نح B ط [ح 52 B كا] 2 ط 51 B ل [كه 50 B illeg. م] 50 B نح  
 بو [كو 70 C م] نب 65 B كه [ك 62 D ند] يد 59 B ط [1 بيط 58 B كا] 54  
 كد [كه 77 BT ك] ك 79 B ك [كد 77 BT د] د 76 T كو [كز 75 B مد] مه 73 C  
 BT لا [لب 83 BT مد] مه B بو [يز 82 BT

Almucantars of Latitude 35: hours 14;25									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	11	55	9	9	71	10	35	4	12
52	11	49	8	53	72	10	33	3	59
53	11	44	8	37	73	10	31	3	45
54	11	38	8	21	74	10	29	3	31
55	11	33	8	5	75	10	27	3	18
56	11	28	7	50	76	10	25	3	5
57	11	24	7	35	77	10	24	2	51
58	11	19	7	19	78	10	22	2	38
59	11	14	7	4	79	10	21	2	25
60	11	10	6	49	80	10	19	2	11
61	11	6	6	34	81	10	18	1	58
62	11	3	6	20	82	10	17	1	45
63	10	59	6	5	83	10	16	1	32
64	10	55	5	50	84	10	15	1	18
65	10	52	5	36	85	10	15	1	5
66	10	49	5	22	86	10	14	0	52
67	10	46	5	8	87	10	14	0	39
68	10	43	4	54	88	10	14	0	26
69	10	40	4	40	89	10	14	0	13
70	10	38	4	26	90	10	14	0	0



[illegible]

Almucantars of Latitude 36: hours 14;30									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	27	3	33	26					
1	26	15	32	27	26	15	29	17	12
2	25	31	31	31	27	15	15	16	48
3	24	49	30	38	28	15	2	16	24
4	24	10	29	48	29	14	49	16	1
5	23	33	29	0	30	14	36	15	39
6	22	57	28	13	31	14	2	15	16
7	22	24	27	29	32	14	14	14	55
8	21	52	26	46	33	14	2	14	33
9	21	21	26	4	34	13	52	14	12
10	20	53	25	25	35	13	41	13	51
11	20	25	24	46	36	13	31	13	31
12	19	59	24	9	37	13	21	13	12
13	19	33	23	33	38	13	12	12	52
14	19	9	22	58	39	13	4	12	33
15	18	46	22	24	40	12	55	12	14
16	18	24	21	52	41	12	47	11	56
17	18	4	21	21	42	12	39	11	37
18	17	43	20	50	43	12	31	11	19
19	17	24	20	20	44	12	23	11	1
20	17	5	19	51	45	12	16	10	43
21	16	48	19	23	46	12	10	10	27
22	16	31	18	56	47	12	3	10	9
23	16	15	18	29	48	11	56	9	52
24	15	59	18	3	49	11	50	9	36
25	15	43	17	37	50	11	44	9	19

مقنطرات عرض لو ساعاته يد ل									
أقسام		أبعاد		عدد		أقسام		أبعاد	
الأقطار		المراكز				الأقطار		المراكز	
ي	د	كب	ي	عا	ح	ط	لح	يا	نا
ن	ح	ك	ي	عب	مز	ح	لح	يا	نب
مح	ح	يح	ي	عح	لب	ح	كح	يا	نح
ل	ح	يو	ي	عد	يو	ح	كح	يا	ند
ن	ح	يد	ي	عه	ا	ح	كح	يا	نه
ح	ح	يب	ي	عو	م	ز	كح	يا	نو
ن	ب	يا	ي	عز	ل	ز	كح	يا	نز
لو	ب	ط	ي	عح	ه	ز	كح	يا	نح
ك	ب	ز	ي	عط	ه	ز	كح	يا	نط
ي	ب	و	ي	ف	م	و	كح	يا	س
ن	ا	ه	ي	فا	ل	و	كح	يا	سا
مد	ا	د	ي	فب	و	و	كح	يا	سب
لا	ا	ح	ي	فخ	ب	و	كح	يا	سح
يح	ا	ب	ي	فد	ه	ه	كح	يا	سد
ه	ا	ب	ي	فه	ط	ه	كح	يا	سه
نب	ه	ا	ي	فوف	يط	ه	كح	يا	سو
لظ	ه	ا	ي	ففر	ه	ه	كح	يا	مز
كو	ه	ا	ي	فغ	نا	د	كح	يا	مغ
يح	ه	ا	ي	فط	لح	د	كح	يا	سط
ه	ه	ا	ي	ص	كد	د	كح	يا	ع

9 CD كب | نب 8 B نح | يح BT نح, CD كر | نز 6 B يح | لح 3 T كد | كز 1  
 23 BT نح | يح BT 22 و | ه BT 20 ح | د 17 in corr. D ط | 12 BT كب | 2  
 31 BT ل | لو 30 B نب | ب B بد | ه 28 T نح, B يح | نط 24 BT بد | ه  
 in corr. | نز 42 B نه | نو 41 BT ح | د 39 BT ما | يب 37 BT ح | ب 33 BT بر  
 BT 46 D ل | لب C ك | كح 53 BT له | لو 49 BT كو | كز 1 ط | 46 D  
 كد | كه 70 B ل | يط 66 B مد | ه 63 T بد | ه 60 T بد | ه 58 BT ه | 55  
 CD نح | يح 84 CD ل | ل 74 CD ل | نز 72 B

Almucantars of Latitude 36: hours 14;30									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	11	38	9	3	71	10	22	4	10
52	11	33	8	47	72	10	20	3	57
53	11	28	8	32	73	10	18	3	43
54	11	23	8	16	74	10	16	3	30
55	11	18	8	1	75	10	14	3	17
56	11	13	7	45	76	10	12	3	3
57	11	8	7	30	77	10	11	2	50
58	11	4	7	15	78	10	9	2	36
59	11	0	7	0	79	10	7	2	23
60	10	55	6	45	80	10	6	2	10
61	10	51	6	30	81	10	5	1	57
62	10	48	6	16	82	10	4	1	44
63	10	45	6	2	83	10	3	1	31
64	10	41	5	47	84	10	2	1	18
65	10	38	5	33	85	10	2	1	5
66	10	35	5	19	86	10	1	0	52
67	10	32	5	5	87	10	1	0	39
68	10	29	4	51	88	10	1	0	26
69	10	27	4	38	89	10	1	0	13
70	10	25	4	24	90	10	1	0	0

مقنطرات عرض لَر ساعته يد لَو									
أبصار		أبصار		عدد		أبصار		عدد	
الأقطار		المراكز		عدد		الأقطار		عدد	
نط		ه		كو		لح		[0]	
له		نب		كز		لب		ا	
يب		لط		كخ		لا		ب	
مط		كز		ل		ل		ح	
كو		يد		كط		كط		د	
ه		يد		ل		كك		ه	
كك		نب		لا		كك		و	
ب		كك		لح		كك		ز	
كك		كك		لد		كك		ح	
ب		كك		له		كك		ط	
كك		كك		لو		كك		ي	
ب		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك		لح		كك		ب	
كك		كك							

مقنطرات عرض لَر سَاعَاتِهِ يَد لَو									
أَنْصَافِ الْأَقْطَارِ		أَبْعَادِ الْمَرَاكِزِ		عَدَدِ	أَنْصَافِ الْأَقْطَارِ		أَبْعَادِ الْمَرَاكِزِ		عَدَدِ
ح	د	ح	ي	عَا	نَحْ	ح	كُح	يَا	نَا
ند	د	و	ي	عَب	مَب	ح	يَز	يَا	نَب
ما	د	د	ي	عَد	كُو	ح	يَب	يَا	نَحْ
كح	د	ب	ي	عَد	يَا	ح	ز	يَا	نَد
يه	د	ا	ي	عَه	نُو	ز	د	يَا	نَه
ا	د	نَط	ط	عَو	مَا	ز	نَحْ	يَا	نَو
مع	ب	نَحْ	ط	عَز	كُو	ز	نَد	يَا	نَز
له	ب	نُو	ط	عَح	يَا	ز	مَط	يَا	نَحْ
كب	ب	نَه	ط	عَط	نُو	و	مَه	يَا	نَط
ط	ب	نَحْ	ط	فِي	مَا	و	مَا	يَا	سَا
نُو	ا	نَا	ط	فَا	كُز	و	لَز	يَا	سَا
يح	ا	نَا	ط	فَب	يَب	و	لَح	يَا	سَبْ
ل	ا	مَط	ط	فَح	نَحْ	ه	ل	يَا	سَحْ
يز	ا	مَح	ط	فَد	مَد	ه	كُز	يَا	سَد
د	ا	مَح	ط	فَه	ل	ه	كَد	يَا	سَه
نا	ه	مَح	ط	فَو	يُو	ه	كَا	يَا	سَو
لط	ه	مَح	ط	فَز	ب	ه	يَحْ	يَا	سَز
كو	ه	مَح	ط	فَحْ	مَح	د	يَهْ	يَا	سَحْ
يح	ه	مَح	ط	فَط	لَه	د	يَحْ	يَا	سَط
ه	ه	مَح	ط	ص	كَا	د	يَا	يَا	عَا

T د, B, C, نَحْ | يَحْ 6 CD كُح | ه 3 BT لَط | لَح 2 B كُط | يَط 1 T د | د 0  
 نو | ه 19 T مَح | لَح 17 B كُح | يَد 15 B كُح | كَب T لو, B مَح | ا<sup>1</sup> ه 14 B نَد | نَط 13  
 نَحْ, B مَح | نَط 26 BT كَب | كُح 25 T لَد | لَح 24 T | يَحْ 23 T لَد, B مَح | لَح 20 T  
 B, د | ه B نَد | يَه 31 D illeg. | كُو 30 D, كُح BT, كُو | كُز 29 CD لَب | نَب 27 T  
 | لَز 61 T | د 55 CD مَح | نَحْ 46 C مَا | يَب BT لو | لَز 40 T مَد | مَه 39 T د  
 ر, B ن | ح<sup>2</sup> BT ر | ح<sup>1</sup> 71 CD ر | ب 67 BT لَب | ل 63 BT كُو | كُز BT لو  
 BT \* ن | مَط 83 D illeg. | نَا 82 BT \* نَب | نَا 81 CD بو | نو 78 B, د, C ه | د 73  
 BT \* ن | يَحْ 89 BT | لَط 87 B | د 85 BT \* مَط | مَح 84

Almucantars of Latitude 37: hours 14;36									
no.	dist. of centres		semi- diam.		no.	dist. of centres		semi- diam.	
51	11	23	8	58	71	10	8	4	8
52	11	17	8	42	72	10	6	3	54
53	11	12	8	26	73	10	4	3	41
54	11	7	8	11	74	10	2	3	28
55	11	3	7	56	75	10	1	3	15
56	10	58	7	41	76	9	59	3	1
57	10	54	7	26	77	9	58	2	48
58	10	49	7	11	78	9	56	2	35
59	10	45	6	56	79	9	55	2	22
60	10	41	6	41	80	9	53	2	9
61	10	37	6	27	81	9	51	1	56
62	10	33	6	12	82	9	51	1	43
63	10	30	5	58	83	9	49	1	30
64	10	27	5	44	84	9	48	1	17
65	10	24	5	30	85	9	48	1	4
66	10	21	5	16	86	9	48	0	51
67	10	18	5	2	87	9	48	0	39
68	10	15	4	48	88	9	48	0	26
69	10	13	4	35	89	9	48	0	13
70	10	10	4	21	90	9	48	0	0





مقنطرات عرض لح ساعاته يد مَب									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
نا	يا	ز	ح	نح	عا	ط	نه	د	و
نب	يا	ب	ح	لز	عب	ط	نح	ح	نح
نح	ي	نز	ح	كب	عد	ط	نا	ح	م
ند	ي	نب	ح	و	عد	ط	مط	ح	كو
نه	ي	مز	ز	نا	عه	ط	مز	ح	بح
نو	ي	مح	ز	لو	عو	ط	مو	ح	ه
نز	ي	لح	ز	كا	عز	ط	مح	ب	مو
نبح	ي	لد	ز	و	عح	ط	مب	ب	ط
نظ	ي	ل	و	نب	عط	ط	ما	ب	ك
س	ي	كنز	و	لح	ف	ط	م	ب	ز
سا	ي	كح	و	كح	فا	ط	لط	ا	نه
سب	ي	لظ	و	ط	فب	ط	لح	ا	مب
سك	ي	يو	ه	نه	فد	ط	لر	ا	كط
سم	ي	يح	ه	ما	فه	ط	لو	ا	يو
سو	ي	ز	ه	كنز	فو	ط	له	ه	ن
سز	ي	د	د	نظ	فز	ط	له	ه	لح
سح	ي	ا	د	مه	فح	ط	له	ه	كي
سط	ط	نظ	د	لب	فط	ط	له	ه	بح
ع	ط	نز	د	يط	ص	ط	له	ه	ه

B, مه | مد 19 B | ما | نا 5 BT | لو | لو<sup>2</sup> | له 4 BT | يا | ي 3 D | لد | ند 0  
 | نح 30 B | نر | لر | C | د 29 D | ح | له 24 B | كد | كح 23 C | نظ | يط 20 D illeg.  
 T | مو | مز 44 B | نح | نح | B | ح | مح | 40 D | مه | مد 37 T | ح | ب 35 D | نح | C, ح  
 D | ط | كا 57 BT | كا | كب 53 C | ح | نح 51 D | كح | كح 48 T | نح | نو 47 B | له | ل 45  
 | ز 80 C | ما | نا 73 BT | ر | لر | B 70 | ل | لب 69 B | ه | مه 68 CBD | نظ | نه 63  
 D | ح | بح 89 B | كح | كط 83 BT | ما | مب 82 BT | ند | نه 81 D | ل

Almucantars of Latitude 38: hours 14;42									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	11	7	8	53	71	9	55	4	6
52	11	2	8	37	72	9	53	3	53
53	10	57	8	22	73	9	51	3	40
54	10	52	8	6	74	9	49	3	26
55	10	47	7	51	75	9	47	3	13
56	10	43	7	36	76	9	46	3	0
57	10	38	7	21	77	9	43	2	46
58	10	34	7	6	78	9	42	2	33
59	10	30	6	52	79	9	41	2	20
60	10	27	6	38	80	9	40	2	7
61	10	23	6	23	81	9	39	1	55
62	10	19	6	9	82	9	38	1	42
63	10	16	5	55	83	9	37	1	29
64	10	13	5	41	84	9	36	1	16
65	10	10	5	27	85	9	36	1	3
66	10	7	5	13	86	9	35	0	50
67	10	4	4	59	87	9	35	0	38
68	10	1	4	45	88	9	35	0	25
69	9	59	4	32	89	9	35	0	13
70	9	57	4	19	90	9	35	0	0

مقنطرات عرض لظ ساعاته يد مح									
عدد	أبعاد المراكز	أنصاف الأقطار	عدد	أبعاد المراكز	أنصاف الأقطار	عدد	أبعاد المراكز	أنصاف الأقطار	عدد
[0]	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
1	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
2	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
3	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
4	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
5	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
6	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
7	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
8	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
9	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
10	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
11	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
12	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
13	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
14	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
15	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
16	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
17	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
18	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
19	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
20	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
21	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
22	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
23	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
24	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك
25	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك	لا	ك

Almucantars of Latitude 39: hours 14;48									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	24	15	31	13					
1	23	36	30	22	26	14	18	16	33
2	22	59	29	35	27	14	6	16	10
3	22	24	28	47	28	13	54	15	48
4	21	50	28	2	29	13	43	15	26
5	21	19	27	19	30	13	32	15	4
6	20	49	26	38	31	13	21	14	43
7	20	20	25	58	32	13	10	14	22
8	19	52	25	19	33	13	0	14	2
9	19	26	24	42	34	12	51	13	42
10	19	1	24	6	35	12	42	13	23
11	18	37	23	31	36	12	33	13	4
12	18	14	22	57	37	12	25	12	45
13	17	52	22	24	38	12	16	12	26
14	17	31	21	52	39	12	8	12	8
15	17	11	21	22	40	12	0	11	50
16	16	52	20	52	41	11	52	11	32
17	16	34	20	23	42	11	45	11	14
18	16	16	19	54	43	11	38	10	57
19	15	59	19	27	44	11	31	10	40
20	15	43	19	0	45	11	25	10	23
21	15	27	18	34	46	11	19	10	7
22	15	13	18	9	47	11	13	9	51
23	14	58	17	44	48	11	7	9	34
24	14	44	17	20	49	11	1	9	18
25	14	31	16	56	50	10	56	9	2

مقنطرات عرض ل٣٠ ساعاته يد مح									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
نا	ي	نا	ح	مز	عا	ط	مب	د	د
نب	ي	مو	ح	لب	عب	ط	م	د	نا
نح	ي	مب	ح	يز	عح	ط	لح	د	لح
ند	ي	لز	ح	ب	عد	ط	لو	د	ك
نه	ي	لح	ز	مز	عه	ط	لد	د	با
نو	ي	كح	ز	لب	عو	ط	لب	ب	ب
نز	ي	ك	ز	يز	عز	ط	لا	ب	ب
نح	ي	ك	ز	د	عح	ط	كط	ب	ب
نظ	ي	يو	و	مح	عط	ط	كح	ب	ب
س	ي	يب	و	لد	ف	ط	كز	ب	و
سا	ي	ط	و	ك	فا	ط	كو	ا	ا
سب	ي	و	و	و	فب	ط	ك	ا	ا
سج	ي	ب	ه	نب	فج	ط	ك	ا	ا
سد	ط	نظ	ه	لح	فد	ط	ك	ا	ا
سه	ط	نو	ه	ك	فه	ط	ك	ا	ا
سو	ط	نح	ه	ي	فو	ط	ك	ا	ا
سز	ط	نا	د	نز	فز	ط	كب	ا	ا
مخ	ط	مح	د	د	فح	ط	كب	ا	ا
سط	ط	مو	د	ل	فط	ط	كب	ا	ا
ع	ط	مد	د	يز	ص	ط	كب	ا	ا

ب | نب 14 | لو | لز 11 | لح | نح 7 | T | لد | B | د | له | B | ط | لظ 2 | T | ل | لو 1  
 و | ز | BT | مح | لظ 46 | T | لد | B | ل | لب 41 | BT | ك | كز 21 | C | ط | لظ 20 | BT  
 | نو 65 | B | لد | لز 54 | D | لح | مح 49 | B | د | ز 48 | BT | ن | نا | BT | ب | مح 47 | BT  
 84 | B | ه | لد 75 | T | لد | B | ل | لظ 73 | B | ه | مو 69 | B | نو | نح 66 | T | ك | كد | B | نح  
 BT | ب | مح 89 | B | مح | لح 87 | BT | ن | نا | BT | ك | كد | B | مح | يو

Almucantars of Latitude 39: hours 14;48									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	10	51	8	47	71	9	42	4	4
52	10	46	8	32	72	9	40	3	51
53	10	42	8	17	73	9	38	3	38
54	10	37	8	2	74	9	36	3	24
55	10	33	7	47	75	9	34	3	11
56	10	28	7	32	76	9	32	2	58
57	10	24	7	17	77	9	31	2	45
58	10	20	7	3	78	9	29	2	32
59	10	16	6	48	79	9	28	2	19
60	10	12	6	34	80	9	27	2	6
61	10	9	6	20	81	9	26	1	54
62	10	6	6	6	82	9	25	1	41
63	10	2	5	52	83	9	24	1	28
64	9	59	5	38	84	9	24	1	16
65	9	56	5	24	85	9	23	1	3
66	9	53	5	10	86	9	23	0	51
67	9	51	4	57	87	9	22	0	38
68	9	48	4	43	88	9	22	0	25
69	9	46	4	30	89	9	22	0	13
70	9	44	4	17	90	9	22	0	0



مقنطرات عرض م ساعته يد ند									
أبصار		أبصار		أبصار		أبصار		أبصار	
الأقطار		الأقطار		الأقطار		الأقطار		الأقطار	
عدد		عدد		عدد		عدد		عدد	
[0]		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي		ي	
م		م		م		م		م	
ل		ل		ل		ل		ل	
ك		ك		ك		ك		ك	
ن		ن		ن		ن		ن	
ي		ي		ي		ي			

[illegible]

یز 20 تخ | ح 18 B نه | له 12 T نو | یز 9 B نه | په 8 T كڅ، CBD، مخ | مخ 2  
 | ید 35 T لر | لد 34 C نخ | یخ 32 T ط | لك 26 C نط | بط 21 T نو  
 | یخ 49 BT مه | مو 41 B لك | ه 39 BT لو | لږ 37 C ه | نه 36 B ه  
 | د 71 B كو | كڅ 69 B مخ | مخ 58 CD م | م 51 T نو | نږ 50 D مخ  
 B یو | په 80 B ه | یو 79 B بر | نږ 76 T و

Almucantars of Latitude 40:      hours 14;54									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	10	36	8	42	71	9	29	4	2
52	10	31	8	27	72	9	27	3	49
53	10	26	8	12	73	9	25	3	36
54	10	22	7	57	74	9	23	3	23
55	10	17	7	42	75	9	22	3	10
56	10	13	7	27	76	9	20	2	57
57	10	9	7	13	77	9	18	2	44
58	10	5	6	58	78	9	17	2	31
59	10	1	6	44	79	9	16	2	18
60	9	58	6	30	80	9	15	2	6
61	9	54	6	16	81	9	14	1	53
62	9	51	6	2	82	9	13	1	40
63	9	48	5	49	83	9	12	1	28
64	9	45	5	35	84	9	11	1	15
65	9	42	5	21	85	10	11	1	2
66	9	40	5	8	86	9	10	0	50
67	9	37	4	54	87	9	9	0	37
68	9	35	4	41	88	9	9	0	25
69	9	33	4	28	89	9	9	0	12
70	9	31	4	15	90	9	9	0	0

[illegible]

Almucantars of Latitude 41: hours 15;1									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	22	36	29	57					
1	22	1	29	10	26	13	34	16	9
2	21	28	28	25	27	13	22	15	47
3	20	56	27	42	28	13	11	15	25
4	20	26	27	0	29	13	0	15	4
5	19	57	26	20	30	12	50	14	43
6	19	30	25	42	31	12	40	14	23
7	19	4	25	4	32	12	31	14	3
8	18	39	24	28	33	12	22	13	44
9	18	15	23	53	34	12	13	13	25
10	17	52	23	19	35	12	4	13	6
11	17	30	22	46	36	11	56	12	47
12	17	10	22	15	37	11	48	12	29
13	16	50	21	44	38	11	40	12	11
14	16	31	21	14	39	11	33	11	53
15	16	12	20	44	40	11	25	11	35
16	15	55	20	16	41	11	18	11	18
17	15	38	19	48	42	11	11	11	1
18	15	22	19	22	43	11	4	10	44
19	15	7	18	56	44	10	58	10	27
20	14	52	18	30	45	10	52	10	11
21	14	37	18	5	46	10	46	9	55
22	14	24	17	41	47	10	41	9	39
23	14	10	17	17	48	10	36	9	24
24	13	57	16	53	49	10	31	9	8
25	13	45	16	31	50	10	26	8	53

مقنطرات عرض ما ساعاته به آ									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
عدد		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	ي	كا	ح	لح	عا	ط	يو	د	هـ
نب	ي	يز	ح	كح	عب	ط	يد	ح	مز
نح	ي	يب	ح	ح	عد	ط	يب	ح	لد
ند	ي	ز	ز	نح	عد	ط	ي	ح	كا
نه	ي	ح	ز	لح	عه	ط	ح	ح	ح
نو	ط	نظ	ز	كح	عو	ط	ز	ب	نه
نز	ط	نه	ز	ط	عز	ط	و	ب	نح
نم	ط	نا	و	نه	عح	ط	د	ب	ل
نظ	ط	نح	و	ما	عط	ط	ح	ب	يز
س	ط	مد	و	كز	فا	ط	ب	ا	هـ
سا	ط	ما	و	نظ	فب	ط	ا	ا	ن
سب	ط	لر	هـ	مو	فح	ط	هـ	ا	م
سج	ط	لد	هـ	لب	فد	ط	نظ	ا	كز
سد	ط	لا	هـ	هـ	فد	ط	نظ	ا	ب
سه	ط	كط	هـ	هـ	فه	ط	نظ	ا	ب
سو	ط	كو	هـ	هـ	فو	ط	نظ	ا	ن
سز	ط	كد	د	نب	فز	ط	نظ	ا	ن
سم	ط	كب	د	لظ	فح	ط	نظ	ا	ن
سط	ط	ك	د	كو	فط	ط	نظ	ا	ن
ع	ط	نح	د	يح	ص	ط	نظ	ا	ن

كا [ك 3 B ك] ك 2 D م, C, [ر] نز 0 T هـ [يه ا supra D الاقليم الخامس [tit.]  
 لظ [ل 17 BT ل] لا 14 BT لا [ل 11 BT نح, C, ب] نب 10 D بو [نو CD  
 BT 23 لظ [ل 21 CD ب] نب 20 CD om. CD 20-22 numeri in  
 tertia columna positi in linea superiori CD 20 ب] نب 20 CD  
 [د 43 C ما] 3 يا 42 B م [م 38 T ح] د 35 B م [م 35 B ن] 24 B ل [ل 24 B  
 م] مد 60 C م [م 60 C ب] ن 54 CD لظ [ل 51 T ك] 44 T م [مد T ح  
 [يد 72 C ن] 70 B سط [سط 68 D و] 66 CD لظ [ل 62 D ن] 61 D  
 D ن [ن 86 C هـ] 84 B كو [كو 83 C ب] نب 81 C هـ

Almucantars of Latitude 41: hours 15;1									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	10	21	8	38	71	9	16	4	0
52	10	17	8	23	72	9	14	3	47
53	10	12	8	8	73	9	12	3	34
54	10	7	7	53	74	9	10	3	21
55	10	3	7	38	75	9	8	3	8
56	9	59	7	23	76	9	7	2	55
57	9	55	7	9	77	9	6	2	43
58	9	51	6	55	78	9	4	2	30
59	9	48	6	41	79	9	3	2	17
60	9	44	6	27	80	9	2	2	5
61	9	41	6	13	81	9	1	1	52
62	9	37	5	59	82	9	1	1	40
63	9	34	5	46	83	9	0	1	27
64	9	31	5	32	84	8	59	1	15
65	9	29	5	19	85	8	58	1	2
66	9	26	5	5	86	8	58	0	50
67	9	24	4	52	87	8	57	0	37
68	9	22	4	39	88	8	57	0	25
69	9	20	4	26	89	8	57	0	12
70	9	18	4	13	90	8	57	0	0



مقنطرات عرض مَب سَاعَاتِهِ يَه ز									
أَنْصَافُ الْأَقْطَارِ		أَبْعَادُ الْمَرَكَزِ		عَدَدُ	أَنْصَافُ الْأَقْطَارِ		أَبْعَادُ الْمَرَكَزِ		عَدَدُ
نَز	يَه	يَا	يَح	كُو	كَب	كَط	مَط	كَ	[٥] ا
لَو	يَه	ه	يَح	كَز	لَز	كَح	يُو	كَ	ب
يَه	يَه	ن	يَب	كَط	يَب	كَز	مَه	كَ	ح
نَد	يَد	م	يَب	ل	لَب	كُو	مُو	يَط	د
لَا	يَد	ل	يَب	لَا	يَه	كِي	يَط	يَح	و
يَد	يَح	ك	يَب	لَب	لَط	كَد	نَب	يَح	ز
نَد	يَح	يَا	يَب	لَا	د	كَد	كَز	يَح	ح
لَه	يَح	نَد	يَا	لَد	ل	كَح	د	يَز	ط
يُو	يَح	مَه	يَا	لَه	كَه	كَب	مَاط	يَز	يَا
نَز	يَب	لَز	يَا	لَو	نَه	كَا	يُو	يُو	يَب
لَط	يَب	ل	يَا	لَح	كَه	كَ	يُو	يُو	يَح
كَ	يَب	كَب	يَا	لَط	نُو	كَ	ب	يُو	يَد
ه	يَا	ب	يَا	م	كَز	كَ	مَد	يَه	يَه
كَمَح	يَا	كَز	يَا	مَاط	نَط	يَط	يَا	يَه	يُو
يَا	يَا	يَا	يَا	مَب	لَب	يَط	نُو	يَد	يَز
يَا	يَا	يَا	يَا	مَح	و	يَط	مَاط	يَد	يَح
يَا	يَا	يَا	يَا	مَد	م	يَح	كُو	يَد	كَ
يَا	يَا	يَا	يَا	مَه	يَه	يَز	يَح	يَد	كَ
يَا	يَا	يَا	يَا	مُو	نَا	يَز	يَح	يَد	كَ
يَا	يَا	يَا	يَا	مَح	د	يَز	يَح	يَد	كَ
يَا	يَا	يَا	يَا	مَط	مَاط	يُو	يَح	يَد	كَ
يَا	يَا	يَا	يَا	ن	يَط	يُو	يَح	يَد	كَ

مقنطرات عرض مَب سَاعَاتِهِ يَه ز									
أبْصَافُ الْأَقْطَارِ		أَبْعَادُ الْمَرَكَزِ		عَدَدُ		أَبْصَافُ الْأَقْطَارِ		أَبْعَادُ الْمَرَكَزِ	
نَح	ح	ط	عَا	لَح	ح	و	ي	نَا	ع
مَح	ح	ط	عَب	مَح	ح	ا	ي	نَب	
لَب	ح	نَط	عَد	ح	ح	نَز	ط	نَح	
يَط	ح	نَز	عَد	مَح	ز	نَب	ط	نَد	
و	ح	نَه	عَه	لَد	ز	مَح	ط	نَه	
نَح	ب	نَح	عَو	ك	ز	مَه	ط	نَو	
مَح	ب	نَب	عَز	و	ز	مَا	ط	نَز	
كَم	ب	نَا	عَح	نَب	و	لَح	ط	نَح	
يَو	ب	ن	عَط	لَح	و	لَا	ط	نَط	
د	ب	مَط	ف	كَد	و	كَز	ط	س	
نَا	ا	مَح	فَا	ي	و	كَد	ط	سَا	
لَح	ا	مَز	فَب	نَو	ه	كَا	ط	سَب	
كُو	ا	مَز	فَط	ح	ه	بِط	ط	يَح	
يَد	ا	مَو	فَد	ل	ه	يَو	ط	سَد	
ب	ا	مَو	فَه	و	ه	يَد	ط	سَم	
مَط	ه	مَه	فَو	د	ه	يَا	ط	سَو	
لَز	ه	مَه	فَز	ن	د	ز	ط	نَز	
كَد	ه	مَد	فَح	لَز	د	ه	ط	نَح	
يَب	ه	مَد	فَط	كَد	د	ه	ط	سَط	
ه	ه	مَد	مَص	يَا	د	ه	ط	ع	

T\* نَط [نَح 11 T مَح [يَط 10 CT نَب [يَب 3 T مَب [كَب 0 T يَه و [يَه ز. [tit.]  
 BT 22 كَر [كُو 20 T illeg. [يَد 19 CD نَا [نَو 18 CD كَر [يَا 17 T ه [نَه 12  
 ه [مَه 35 B لَد [لَح 30 T numeri in quinta columna falsissimi T 23-31 لَب [كَز  
 BT لَر [لَح BT مَر [مَح 43 B in corr. [مَه 39 C لَعَلَه ب. marg. [يَا 38 BT  
 كَا [كَد 69 C نَح [لَح 59 B لَر [لَد 55 B كَط [ل 46 BT كَا [كَب BT مَا [مَب 44  
 BT مَه [مَو 85 B ه [يَد 84 BT ن [نَا 81 BT ه [نَو 79 D نَو [نَز 74 B  
 نَط [مَط 86 BT ا [ب D

Almucantars of Latitude 42: hours 15;7									
no.	dist. of centres		semi- diam.		no.	dist. of centres		semi- diam.	
51	10	6	8	33	71	9	3	3	58
52	10	1	8	18	72	9	1	3	45
53	9	57	8	3	73	8	59	3	32
54	9	52	7	48	74	8	57	3	19
55	9	48	7	34	75	8	55	3	6
56	9	45	7	20	76	8	53	2	53
57	9	41	7	6	77	8	52	2	40
58	9	38	6	52	78	8	51	2	28
59	9	34	6	38	79	8	50	2	16
60	9	31	6	24	80	8	49	2	3
61	9	27	6	10	81	8	48	1	51
62	9	24	5	56	82	8	47	1	38
63	9	21	5	43	83	8	47	1	26
64	9	19	5	30	84	8	46	1	14
65	9	16	5	16	85	8	46	1	2
66	9	13	5	3	86	8	45	0	49
67	9	11	4	50	87	8	45	0	37
68	9	9	4	37	88	8	44	0	24
69	9	7	4	24	89	8	44	0	12
70	9	5	4	11	90	8	44	0	0

مقنطرات عرض ٣٠ ساعاته ١٥									
أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز		عدد		أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز	
مو	يه	ن	يب	كو	مح	كح	د	كا	[٠]
كه	يه	لظ	يب	كز	ه	كح	لب	ك	ا
د	يه	كط	يب	كح	ح	كو	لد	ك	ب
مد	يد	يط	يب	ل	د	كو	ز	يط	د
كد	يد	ي	يب	لا	كز	ك	ما	يح	ه
د	يد	ه	يب	لب	نا	كد	نيز	يح	و
م	يد	نا	يب	ط	يه	كح	نيز	نيز	ز
كو	يد	ح	يب	لد	ما	كح	نيز	نيز	ح
ح	يب	كز	يب	له	ط	كب	يو	يو	ط
مط	يب	لظ	يب	لو	و	كب	يو	يو	ي
لا	يب	يا	يب	لن	و	كب	يو	يو	ب
ب	يب	د	يب	لح	ز	ك	يو	يو	ب
ح	يب	ن	يب	م	ي	ك	يو	يو	ب
ب	يب	مد	يب	مب	ح	ك	يو	يو	ب
يو	يب	لح	يب	ح	نا	ك	يو	يو	ب
ه	يب	كو	يب	م	كو	ك	يو	يو	ب
مد	يب	ك	يب	م	ب	ك	يو	يو	ب
كط	يب	يه	يب	م	لح	ك	يو	يو	ب
يد	يب	ه	يب	م	يد	ك	يو	يو	ب
ح	يب	ه	يب	م	ن	ك	يو	يو	ب

Almucantars of Latitude 43: hours 15;15									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	21	4	28	48					
1	20	32	28	5	26	12	50	15	46
2	20	2	27	23	27	12	39	15	25
3	19	34	26	43	28	12	29	15	4
4	19	7	26	4	29	12	19	14	44
5	18	41	25	27	30	12	10	14	24
6	18	17	24	51	31	12	0	14	4
7	17	52	24	15	32	11	51	13	45
8	17	29	23	41	33	11	43	13	26
9	17	8	23	9	34	11	35	13	8
10	16	48	22	37	35	11	27	12	49
11	16	28	22	6	36	11	19	12	31
12	16	9	21	36	37	11	11	12	13
13	15	51	21	7	38	11	4	11	55
14	15	33	20	38	39	10	57	11	38
15	15	16	20	10	40	10	50	11	21
16	15	0	19	43	41	10	44	11	4
17	14	45	19	17	42	10	38	10	48
18	14	30	18	51	43	10	32	10	32
19	14	16	18	26	44	10	26	10	16
20	14	2	18	2	45	10	20	10	0
21	13	49	17	38	46	10	15	9	44
22	13	36	17	14	47	10	10	9	29
23	13	24	16	52	48	10	5	9	14
24	13	12	16	29	49	10	0	8	58
25	13	1	16	7	50	9	55	8	43

مقنطرات عرض ٢٠ ساعته ٢٠ به									
أبصار		أبعاد		عدد	أبصار		أبعاد		عدد
الأقطار		المراكز			الأقطار		المراكز		
نه	ح	مط	ح	عا	كح	ح	ن	ط	نا
مح	ح	مح	ح	عب	بح	ح	مو	ط	نب
ل	ح	مو	ح	عد	نط	ز	مب	ط	نح
يز	ح	مد	ح	عد	مد	ز	لح	ط	ند
ه	ح	مح	ح	عه	ل	ز	لد	ط	نه
نب	ب	ما	ح	عو	ز	ل	ل	ط	نو
لط	ب	م	ح	عز	ب	ز	كز	ط	نز
كز	ب	لط	ح	عح	مح	و	كح	ط	نح
يم	ب	لح	ح	عظ	لد	و	ك	ط	نظ
ن	ب	لز	ح	ف	ك	و	يز	ط	س
ن	ا	لو	ح	فا	ز	و	يد	ط	سا
ن	ا	له	ح	فب	نح	ه	يا	ط	سب
ن	ا	له	ح	فغ	م	ه	ح	ط	سك
ن	ا	لد	ح	فد	كو	ه	ه	ط	سد
ن	ا	لد	ح	فد	بح	ه	ب	ط	سم
مط	ه	لح	ح	فوف	ه	ه	ه	ط	سو
لو	ه	لب	ح	فوز	د	د	نز	ح	نز
كد	ه	لب	ح	فغ	لد	د	نه	ح	نح
يب	ه	لب	ح	فقط	ك	د	نح	ح	سط
ه	ه	لب	ح	ص	ح	د	نا	ح	ع

[ز 13 T بح 10 BT مو 6 BT هـ] [د 4 T حـ] [د 0 T هـ ب] به [tit.]  
 49 T لط [مد 46 D نو] نز 39 BT ر [ح 34 BT هـ] يد [BT ل] لو 22 B ن  
 B ر [ب illeg. D 57 ز] لب [D 55 BT نح] [نط 53 B نط] نه 50 B نح [نح  
 له] لو 81 BT ب [حـ] BT لو [نز 80 BT بد] به [BT ل] ر [لح 79 CBD ن] [ز 61  
 ل] لد 84 T كر، B ك [كو] BT لد [له 83 T illeg. B، ل] ر [لح] BT لد [له 82 BT  
 BT بح] [مط] BT لب [له 86 BT هـ] [ا] BT ل [لد 85 BT

Almucantars of Latitude 43: hours 15;15									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	9	50	8	28	71	8	49	3	55
52	9	46	8	13	72	8	48	3	43
53	9	42	7	59	73	8	46	3	30
54	9	38	7	44	74	8	44	3	17
55	9	34	7	30	75	8	43	3	5
56	9	30	7	16	76	8	41	2	52
57	9	27	7	2	77	8	40	2	39
58	9	23	6	48	78	8	39	2	27
59	9	20	6	34	79	8	38	2	15
60	9	17	6	21	80	8	37	2	3
61	9	14	6	7	81	8	36	1	50
62	9	11	5	53	82	8	35	1	38
63	9	8	5	40	83	8	35	1	26
64	9	5	5	26	84	8	34	1	13
65	9	2	5	13	85	8	34	1	1
66	9	0	5	0	86	8	33	0	49
67	8	57	4	47	87	8	32	0	36
68	8	55	4	34	88	8	32	0	24
69	8	53	4	21	89	8	32	0	12
70	8	51	4	8	90	8	32	0	0



مقنطرات عرض مد ساعاته به كب									
أبصار		أبصار		عدد		أبصار		عدد	
الأقطار		المراكز		عدد		المراكز		عدد	
له		يه		ن		ن		ن	
يد		يد		يد		يد		يد	
ند		ند		ند		ند		ند	
لد		لد		لد		لد		لد	
يه		يه		يه		يه		يه	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن		ن		ن	
ن		ن		ن					

مقنطرات عرض مد ساعاته يه كب									
عدد		أبعاد المراكز		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	ط	لو	ح	كد	عا	ح	لز	ح	ند
نب	ط	لب	ح	ط	عب	ح	له	ح	ما
نح	ط	كح	ز	نه	عح	ح	لد	ح	كط
ند	ط	كد	ز	ما	عد	ح	لب	ح	يو
نه	ط	كا	ز	كز	عه	ح	ل	ح	د
نو	ط	نر	ز	بحر	عو	ح	كح	ح	ن
نر	ط	بحر	و	نظ	عز	ح	كز	ح	لح
نح	ط	ي	و	م	عح	ح	كو	ح	كو
نظ	ط	و	و	لا	عظ	ح	كو	ح	يد
س	ط	د	و	نر	فا	ح	كا	ح	ب
سا	ط	ه	و	د	فب	ح	كط	ح	ب
سب	ح	نر	ه	ن	نظ	ح	كب	ح	ب
سح	ح	ند	ه	لن	فد	ح	كب	ح	ب
سم	ح	مط	ه	با	فب	ح	كا	ح	ه
سو	ح	مز	د	نح	فد	ح	كا	ح	ه
سز	ح	م	د	م	فز	ح	ك	ح	ه
سح	ح	م	د	ط	فح	ح	ك	ح	ه
سط	ح	ما	د	ك	نظ	ح	ك	ح	ه
ع	ح	لط	د	ز	ص	ح	ك	ح	ه

Almucantars of Latitude 44: hours 15;22									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	9	36	8	24	71	8	37	3	54
52	9	32	8	9	72	8	35	3	41
53	9	28	7	55	73	8	34	3	29
54	9	24	7	41	74	8	32	3	16
55	9	21	7	27	75	8	30	3	3
56	9	17	7	13	76	8	28	2	50
57	9	13	6	59	77	8	27	2	38
58	9	10	6	45	78	8	26	2	26
59	9	6	6	31	79	8	26	2	14
60	9	3	6	17	80	8	25	2	2
61	9	0	6	4	81	8	24	1	50
62	8	57	5	50	82	8	23	1	37
63	8	54	5	37	83	8	22	1	25
64	8	52	5	24	84	8	22	1	13
65	8	49	5	11	85	8	21	1	0
66	8	47	4	58	86	8	21	0	48
67	8	45	4	45	87	8	20	0	36
68	8	43	4	33	88	8	20	0	24
69	8	41	4	20	89	8	20	0	12
70	8	39	4	7	90	8	20	0	0

21 B لظ | لد 16 B مد | ند 15 BT \*كر, CD, مح | كح 6 B بر | يح 5 B ما | نا 1  
 T كر | كو 43 B لح, C, نر | لز 32 BT \*نو | نه 25 in corr. D | ب 22 CD | ه 25  
 مط | ن 81 B لب | لح 68 C بر | نر 62 BT | د 61 B مط | نط 57 BT | ند | نه 45  
 T

مقنطرات عرض مَ سَاعَاتِهِ يَ لَ											
أَنصَافُ الْأَقْطَارِ		أَبْعَادُ الْمَرَكَزِ		عَدَدُ		أَنصَافُ الْأَقْطَارِ		أَبْعَادُ الْمَرَكَزِ		عَدَدُ	
ك	ه	ح	ي	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ه	و	م	ي	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
و	ي	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ي	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل
ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز
ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك
ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل	ز	ك	ل

Almucantars of Latitude 45:      hours 15;30									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	19	39	27	47					
1	19	11	27	7	26	12	8	15	23
2	18	44	26	28	27	11	58	15	5
3	18	18	25	50	28	11	49	14	45
4	17	53	25	14	29	11	39	14	25
5	17	29	24	38	30	11	31	14	6
6	17	7	24	4	31	11	22	13	47
7	16	45	23	31	32	11	14	13	28
8	16	25	22	59	33	11	6	13	10
9	16	6	22	28	34	10	58	12	52
10	15	47	21	58	35	10	51	12	34
11	15	29	21	29	36	10	43	12	16
12	15	11	21	0	37	10	37	11	59
13	14	54	20	32	38	10	30	11	42
14	14	38	20	5	39	10	23	11	25
15	14	23	19	39	40	10	17	11	8
16	14	8	19	13	41	10	11	10	52
17	13	54	18	48	42	10	5	10	36
18	13	40	18	23	43	10	0	10	20
19	13	27	17	59	44	9	55	10	5
20	13	14	17	35	45	9	50	9	50
21	13	2	17	12	46	9	45	9	34
22	12	50	16	50	47	9	40	9	19
23	12	39	16	28	48	9	35	9	4
24	12	29	16	7	49	9	30	8	49
25	12	18	15	46	50	9	26	8	34

مقنطرات عرض مه ساعاته به ل									
عدد		أبعاد المراكز		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	ط	ك	ح	ع	ح	ع	ح	ك	ح
نب	ط	ه	ح	ع	ح	ع	ح	ك	ح
نح	ط	نا	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
ند	ط	ل	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
ن	ط	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
نو	ط	ح	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
نز	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
نح	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
نظ	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
س	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
سا	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
سب	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
سج	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
سد	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
سه	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
سو	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
سز	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
سج	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
سط	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح
ع	ح	و	ز	ع	ح	ع	ح	ك	ح

Almucantars of Latitude 45: hours 15;30									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	9	22	8	20	71	8	24	3	52
52	9	17	8	5	72	8	22	3	39
53	9	13	7	51	73	8	21	3	27
54	9	10	7	37	74	8	19	3	14
55	9	6	7	23	75	8	18	3	2
56	9	3	7	9	76	8	17	2	50
57	8	59	6	55	77	8	15	2	37
58	8	55	6	41	78	8	14	2	27
59	8	52	6	27	79	8	13	2	12
60	8	49	6	13	80	8	12	2	0
61	8	47	6	1	81	8	11	1	48
62	8	44	5	48	82	8	10	1	36
63	8	42	5	35	83	8	10	1	24
64	8	39	5	22	84	8	9	1	12
65	8	37	5	9	85	8	9	1	0
66	8	34	4	56	86	8	9	0	48
67	8	32	4	43	87	8	9	0	36
68	8	30	4	30	88	8	8	0	24
69	8	28	4	18	89	8	8	0	12
70	8	26	4	5	90	8	8	0	0

[ ز B بو ] يز 6 C [ ح ] نح 4 T [ ند ] مد 2 D 0-14, 34-56 multi numeri falsissimi  
 18 B [ نح ] نح 17 T [ نط ] يط 16 T, ه C, [ ند ] 13 C [ نح ] يا 12 T [ نح ] 9 B ن  
 [ يو ] BT مد [ نح ] 36 T [ نح ] نح 34 T, ل CB, [ لا ] 30 B [ نح ] ح 26 B ك [ ك]  
 [ يز ] 76 T, ح B, [ ه ] 70 BT [ ر ] نح 69 BT [ ند ] 60 B in corr. [ مط ] 49 T لو  
 T [ كو ] كد 83 BT [ ك ] كز 78 D [ ه ] 77 BT [ ن ] BT بو





مقنطرات عرض مو ساعاته به لح									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
عدد		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	ط	ز	ح	يو	عا	ح	يا	ح	ن
نب	ط	ح	ح	ا	عب	ح	ي	ح	ط
نحو	ط	نقط	ز	مز	عد	ح	ح	ح	ط
ند	ح	ن	ز	لح	عد	ح	ز	ح	ط
نه	ح	نب	ز	يط	عه	ح	ه	ح	ط
نو	ح	مط	ز	ه	عو	ح	د	ح	ط
نن	ح	مو	و	نا	عز	ح	ب	ح	ط
نم	ح	مب	و	ط	عج	ح	ب	ح	ط
نط	ح	لط	و	ك	عط	ح	ب	ح	ط
س	ح	لو	و	يا	ف	ح	ب	ح	ط
سا	ح	ل	ه	نم	فا	ح	ا	ح	ط
ساب	ح	لا	ه	م	فب	ز	ا	ح	ط
سب	ح	كم	ه	ب	فط	ز	ا	ح	ط
سد	ح	كو	ه	و	فد	ز	ا	ح	ط
سه	ح	ك	ه	ند	فه	ز	ا	ح	ط
سو	ح	كا	د	ما	فو	ز	ا	ح	ط
سز	ح	يط	د	ف	فغ	ز	ا	ح	ط
سم	ح	يز	د	يه	نقط	ز	ا	ح	ط
ع	ح	بح	د	د	ص	ز	ا	ح	ط

B نو 32 B بر 23 B نب 14 CD بح 10 B ه 7 C ه 5  
 مه 43 B د 39 B مح 38 B لا 37 B كه 36 BT كو 35  
 [مو 57 CD ه] BT مح CD 56 مه [نب 55 CD نب 54 T  
 D و C ه 74 CD لح 72 CD بط 2 به 69 BT كد 59 BT مه CD مب  
 C نر 88 D نو 87 B مح 83

Almucantars of Latitude 46: hours 15;38									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	9	7	8	16	71	8	11	3	50
52	9	3	8	1	72	8	10	3	38
53	9	59	7	47	73	8	8	3	25
54	8	55	7	33	74	8	7	3	13
55	8	52	7	19	75	8	5	3	0
56	8	49	7	5	76	8	4	2	48
57	8	46	6	51	77	8	3	2	36
58	8	42	6	38	78	8	2	2	24
59	8	39	6	25	79	8	1	2	12
60	8	36	6	11	80	8	0	2	0
61	8	33	5	58	81	8	0	1	48
62	8	31	5	45	82	7	59	1	36
63	8	28	5	32	83	7	58	1	24
64	8	26	5	19	84	7	58	1	12
65	8	23	5	6	85	7	57	1	0
66	8	21	4	54	86	7	57	0	48
67	8	19	4	41	87	7	57	0	36
68	8	17	4	28	88	7	56	0	23
69	8	15	4	15	89	7	56	0	12
70	8	13	4	3	90	7	56	0	0

مقنطرات عرض مز ساعاته يه مو									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
[0]		ك		كو		ك		كو	
1	17	54	26	14	26	11	28	15	6
2	17	29	25	37	27	11	19	14	46
3	17	6	25	2	28	11	10	14	27
4	16	44	24	28	29	11	1	14	8
5	16	22	23	55	30	10	53	13	49
6	16	2	23	23	31	10	45	13	31
7	15	43	22	52	32	10	38	13	13
8	15	24	22	21	33	10	30	12	55
9	15	6	21	51	34	10	23	12	37
10	14	49	21	23	35	10	16	12	20
11	14	32	20	55	36	10	9	12	3
12	14	16	20	28	37	10	3	11	46
13	14	1	20	1	38	9	57	11	29
14	13	46	19	35	39	9	51	11	13
15	13	32	19	10	40	9	45	10	57
16	13	18	18	45	41	9	39	10	41
17	13	5	18	21	42	9	34	10	26
18	12	52	17	57	43	9	29	10	10
19	12	40	17	34	44	9	24	9	55
20	12	29	17	12	45	9	19	9	39
21	12	18	16	50	46	9	14	9	24
22	12	7	16	28	47	9	10	9	10
23	11	57	16	7	48	9	5	8	55
24	11	47	15	46	49	9	1	8	40
25	11	37	15	26	50	8	57	8	26

Almucantars of Latitude 47: hours 15;46									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	18	20	26	52					
1	17	54	26	14	26	11	28	15	6
2	17	29	25	37	27	11	19	14	46
3	17	6	25	2	28	11	10	14	27
4	16	44	24	28	29	11	1	14	8
5	16	22	23	55	30	10	53	13	49
6	16	2	23	23	31	10	45	13	31
7	15	43	22	52	32	10	38	13	13
8	15	24	22	21	33	10	30	12	55
9	15	6	21	51	34	10	23	12	37
10	14	49	21	23	35	10	16	12	20
11	14	32	20	55	36	10	9	12	3
12	14	16	20	28	37	10	3	11	46
13	14	1	20	1	38	9	57	11	29
14	13	46	19	35	39	9	51	11	13
15	13	32	19	10	40	9	45	10	57
16	13	18	18	45	41	9	39	10	41
17	13	5	18	21	42	9	34	10	26
18	12	52	17	57	43	9	29	10	10
19	12	40	17	34	44	9	24	9	55
20	12	29	17	12	45	9	19	9	39
21	12	18	16	50	46	9	14	9	24
22	12	7	16	28	47	9	10	9	10
23	11	57	16	7	48	9	5	8	55
24	11	47	15	46	49	9	1	8	40
25	11	37	15	26	50	8	57	8	26

مقنطرات عرض مز ساعاته يه مو									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
عدد		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
نا	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
نب	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
نح	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
ند	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
نه	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
نو	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
نز	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
نم	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
نس	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
س	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
سب	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
سب	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
سد	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
سه	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
سو	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
سز	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
سم	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
سط	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح
ع	ح	ح	ب	ع	ز	ب	ح	ب	ح

Almucantars of Latitude 47: hours 15;46									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	8	53	8	12	71	7	58	3	48
52	8	49	7	58	72	7	57	3	36
53	8	46	7	44	73	7	55	3	23
54	8	42	7	30	74	7	54	3	11
55	8	38	7	16	75	7	53	2	59
56	8	35	7	2	76	7	52	2	47
57	8	32	6	49	77	7	51	2	35
58	8	29	6	35	78	7	50	2	23
59	8	26	6	22	79	7	49	2	11
60	8	23	6	9	80	7	48	1	59
61	8	21	5	56	81	7	47	1	47
62	8	18	5	43	82	7	46	1	35
63	8	16	5	30	83	7	46	1	23
64	8	13	5	17	84	7	45	1	11
65	8	11	5	4	85	7	45	0	59
66	8	9	4	52	86	7	44	0	47
67	8	7	4	39	87	7	44	0	35
68	8	4	4	26	88	7	44	0	24
69	8	2	4	13	89	7	44	0	12
70	8	0	4	0	90	7	44	0	0

T, B, د | ب 3 B | نه | ند 1 CBTD | ب | نب D | كر | كو 0 D | يه مز | يه مو [tit.]  
 ند | نز 38 CD | يا | ط 36 T | ي | CD 29 | لب | لد 19 B | ب | نب 7 B | و | ب 6  
 T | مب | مط 57 T | مر | مد 53 C | ب | نب 51 T | ز, B | ند | نه 44 B | مب | مه 40 B  
 C | ب | نب 76 C | ب | نب 75 B | 61-63 numeri ex tabula latitudinis 46



[illegible]

Almucantars of Latitude 48:      hours 15;55										
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.		
[0]	17	42	26	26						
1	17	17	25	49	26	11	8	14	57	
2	16	54	25	14	27	10	59	14	37	
3	16	31	24	39	28	10	50	14	18	
4	16	10	24	6	29	10	42	13	59	
5	15	50	23	34	30	10	34	13	41	
6	15	30	23	3	31	10	27	13	23	
7	15	12	22	33	32	10	20	13	5	
8	14	54	22	3	33	10	13	12	48	
9	14	37	21	34	34	10	6	12	31	
10	14	20	21	6	35	10	0	12	14	
11	14	4	20	39	36	9	53	11	57	
12	13	49	20	12	37	9	47	11	40	
13	13	34	19	46	38	9	41	11	24	
14	13	20	19	21	39	9	35	11	8	
15	13	7	18	56	40	9	30	10	52	
16	12	54	18	32	41	9	24	10	36	
17	12	42	18	9	42	9	19	10	21	
18	12	30	17	46	43	9	14	10	5	
19	12	18	17	23	44	9	9	9	50	
20	12	7	17	1	45	9	4	9	35	
21	11	56	16	39	46	9	0	9	20	
22	11	46	16	18	47	8	55	9	5	
23	11	36	15	57	48	8	51	8	51	
24	11	27	15	37	49	8	46	8	36	
25	11	17	15	17	50	8	42	8	22	

مقنطرات عرض ح ساعاته به نه									
عدد		أبعاد المراكز		عدد		أبعاد المراكز		عدد	
نا	ح	لط	ح	ح	ح	ع	ز	ز	مز
نب	ح	له	ز	ند	ح	عب	ز	ز	مه
نح	ح	لا	ز	م	ح	عد	ز	ز	مح
ند	ح	كح	ز	كو	ح	عد	ز	ز	مب
نه	ح	كند	ز	يب	ح	عه	ز	ز	ما
نو	ح	كا	و	نح	ح	عو	ز	ز	م
نر	ح	يح	و	مه	ح	عز	ز	ز	لط
نح	ح	يم	و	لب	ح	عح	ز	ز	لح
نظ	ح	يد	و	يط	ح	عط	ز	ز	لر
س	ح	ي	و	و	ح	ف	ز	ز	لو
سا	ح	ز	ه	نح	ح	فا	ز	ز	له
سب	ح	ه	ه	م	ح	فب	ز	ز	لد
سج	ح	ب	ه	كنز	ح	فج	ز	ز	لد
سد	ح	ه	ه	يد	ح	فد	ز	ز	لح
سم	ز	نح	ه	ا	ز	فه	ز	ز	لح
سو	ز	نو	د	مط	ز	فو	ز	ز	لح
سز	ز	ند	د	لر	ز	فز	ز	ز	لح
سج	ز	نب	د	كد	ز	فج	ز	ز	لح
سط	ز	ن	د	يا	ز	فط	ز	ز	لح
ع	ز	ح	د	نظ	ز	ص	ز	ز	لح

مر] مو 22 T له] لد 13 B ح] د 11 B ر] يب 7 T بد] بد 2 T به ند] به نه [tit.]  
 CBD ك] كد 38 T ه] ه 32 T له] لد 30 B in corr. نه] ن 28 T نو] نر 26 D  
 بد] به 58 CD مط] مه 57 D كر] كو 54 B ر] ر 44 C ما] يط 42 B كط] كد 41  
 B 77 بد] مه 72 T مو] مز 71 BT لو] لر 67 B ر] يد 64 CD بح] بح 61 T  
 T كح] كح 88 C له] لد

Almucantars of Latitude 48: hours 15;55									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	8	39	8	8	71	7	47	3	47
52	8	35	7	54	72	7	45	3	35
53	8	31	7	40	73	7	43	3	22
54	8	28	7	26	74	7	42	3	10
55	8	24	7	12	75	7	41	2	58
56	8	21	6	58	76	7	40	2	46
57	8	18	6	45	77	7	39	2	34
58	8	15	6	32	78	7	38	2	22
59	8	13	6	19	79	7	37	2	10
60	8	10	6	6	80	7	36	1	58
61	8	7	5	53	81	7	35	1	46
62	8	5	5	40	82	7	34	1	34
63	8	2	5	27	83	7	34	1	22
64	8	0	5	14	84	7	33	1	10
65	7	58	5	1	85	7	33	0	58
66	7	56	4	49	86	7	33	0	46
67	7	54	4	37	87	7	33	0	35
68	7	52	4	24	88	7	33	0	23
69	7	50	4	11	89	7	33	0	12
70	7	48	3	59	90	7	33	0	0

مقنطرات عرض مط ساعته يود									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
[٠]		ب		كو		كو		ب	
١	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
٢	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠
٣	٣٠	٣٠	٣٠	٣٠	٣٠	٣٠	٣٠	٣٠	٣٠
٤	٤٠	٤٠	٤٠	٤٠	٤٠	٤٠	٤٠	٤٠	٤٠
٥	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠
٦	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠
٧	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠
٨	٨٠	٨٠	٨٠	٨٠	٨٠	٨٠	٨٠	٨٠	٨٠
٩	٩٠	٩٠	٩٠	٩٠	٩٠	٩٠	٩٠	٩٠	٩٠
١٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
١١	١١٠	١١٠	١١٠	١١٠	١١٠	١١٠	١١٠	١١٠	١١٠
١٢	١٢٠	١٢٠	١٢٠	١٢٠	١٢٠	١٢٠	١٢٠	١٢٠	١٢٠
١٣	١٣٠	١٣٠	١٣٠	١٣٠	١٣٠	١٣٠	١٣٠	١٣٠	١٣٠
١٤	١٤٠	١٤٠	١٤٠	١٤٠	١٤٠	١٤٠	١٤٠	١٤٠	١٤٠
١٥	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠
١٦	١٦٠	١٦٠	١٦٠	١٦٠	١٦٠	١٦٠	١٦٠	١٦٠	١٦٠
١٧	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠
١٨	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٨٠
١٩	١٩٠	١٩٠	١٩٠	١٩٠	١٩٠	١٩٠	١٩٠	١٩٠	١٩٠
٢٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠
٢١	٢١٠	٢١٠	٢١٠	٢١٠	٢١٠	٢١٠	٢١٠	٢١٠	٢١٠
٢٢	٢٢٠	٢٢٠	٢٢٠	٢٢٠	٢٢٠	٢٢٠	٢٢٠	٢٢٠	٢٢٠
٢٣	٢٣٠	٢٣٠	٢٣٠	٢٣٠	٢٣٠	٢٣٠	٢٣٠	٢٣٠	٢٣٠
٢٤	٢٤٠	٢٤٠	٢٤٠	٢٤٠	٢٤٠	٢٤٠	٢٤٠	٢٤٠	٢٤٠
٢٥	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠

Almucantars of Latitude 49: hours 16;4									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
[0]	17	5	26	2					
1	16	42	25	26	26	10	48	14	48
2	16	19	24	51	27	10	40	14	29
3	15	58	24	18	28	10	32	14	10
4	15	38	23	46	29	10	24	13	51
5	15	19	23	15	30	10	16	13	33
6	15	0	22	44	31	10	9	13	16
7	14	42	22	15	32	10	2	12	58
8	14	25	21	46	33	9	55	12	41
9	14	9	21	18	34	9	49	12	24
10	13	53	20	51	35	9	42	12	7
11	13	38	20	24	36	9	36	11	50
12	13	24	19	58	37	9	30	11	34
13	13	10	19	33	38	9	24	11	18
14	12	56	19	8	39	9	19	11	2
15	12	43	18	44	40	9	13	10	46
16	12	31	18	20	41	9	8	10	30
17	12	19	17	57	42	9	3	10	15
18	12	7	17	34	43	8	58	10	0
19	11	56	17	12	44	8	54	9	45
20	11	45	16	50	45	8	49	9	30
21	11	35	16	29	46	8	44	9	15
22	11	25	16	8	47	8	40	9	0
23	11	15	15	47	48	8	36	8	46
24	11	6	15	27	49	8	32	8	32
25	10	57	15	7	50	8	28	8	18

مقنطرات عرض مط ساعته يود									
أقسام		أبعاد		عدد		أقسام		أبعاد	
الأقطار		المراكز				الأقطار		المراكز	
نا	ح	ك	د	ع	ز	ل	د	ع	ز
نب	ح	ك	ن	ع	ز	ل	د	ع	ز
نح	ح	ي	ن	ع	ز	ل	د	ع	ز
ند	ح	ي	ن	ع	ز	ل	د	ع	ز
نه	ح	ي	ن	ع	ز	ل	د	ع	ز
نو	ح	و	ن	ع	ز	ل	د	ع	ز
نز	ح	و	ن	ع	ز	ل	د	ع	ز
نح	ح	و	ن	ع	ز	ل	د	ع	ز
نط	ح	و	ن	ع	ز	ل	د	ع	ز
س	ز	ن	و	د	ل	ك	ا	ا	ا
سب	ز	ن	و	د	ل	ك	ا	ا	ا
سح	ز	ن	و	د	ل	ك	ا	ا	ا
سد	ز	ن	و	د	ل	ك	ا	ا	ا
سه	ز	ن	و	د	ل	ك	ا	ا	ا
سو	ز	ن	و	د	ل	ك	ا	ا	ا
سز	ز	ن	و	د	ل	ك	ا	ا	ا
سح	ز	ن	و	د	ل	ك	ا	ا	ا
سط	ز	ن	و	د	ل	ك	ا	ا	ا
ع	ز	ن	و	د	ل	ك	ا	ا	ا

Almucantars of Latitude 49: hours 16;4									
no.	dist. of centres		semi-diam.		no.	dist. of centres		semi-diam.	
51	8	24	8	4	71	7	34	3	45
52	8	21	7	50	72	7	33	3	33
53	8	18	7	37	73	7	31	3	21
54	8	14	7	23	74	7	30	3	9
55	8	11	7	10	75	7	29	2	57
56	8	8	6	56	76	7	28	2	45
57	8	5	6	43	77	7	27	2	33
58	8	3	6	30	78	7	26	2	21
59	8	0	6	16	79	7	25	2	9
60	7	57	6	3	80	7	24	1	57
61	7	54	5	50	81	7	24	1	46
62	7	51	5	37	82	7	23	1	34
63	7	49	5	24	83	7	22	1	22
64	7	47	5	11	84	7	22	1	10
65	7	45	4	59	85	7	21	0	58
66	7	43	4	47	86	7	21	0	46
67	7	41	4	34	87	7	21	0	35
68	7	39	4	22	88	7	21	0	23
69	7	37	4	9	89	7	21	0	12
70	7	35	3	57	90	7	21	0	0

T نه [نو 14 illeg. C 14] يد [9 B مد] يه [7 B مط] مد [6 B ل] ل [4 B نح] نح [3  
 ما [29 B كو] كز [24 CD كد] كه [22 B ل] له [21 T ما] يب [19 B نح] نح [15  
 د [58 T لو] <sup>2</sup>لب [49 B لد] ل [37 B نا] ن [36 BT ه] ه [31 CD  
 ل [77 BT مد] مد [76 B لب] ل [74 C بط] بط [65 C ما] ما [62 B له] له [1  
 D ل] ل [77 BT مد] مد [76 B لب] ل [74 C بط] بط [65 C ما] ما [62 B له] له [1



مقنطرات عرض ن ساعته يويد									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
عدد		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار	
[0]		ل		ك		ل		ك	
1		ر		ك		ر		ك	
2		م		ك		م		ك	
3		م		ك		م		ك	
4		ر		ك		ر		ك	
5		م		ك		م		ك	
6		م		ك		م		ك	
7		ر		ك		ر		ك	
8		م		ك		م		ك	
9		م		ك		م		ك	
10		ر		ك		ر		ك	
11		م		ك		م		ك	
12		م		ك		م		ك	
13		ر		ك		ر		ك	
14		م		ك		م		ك	
15		م		ك		م		ك	
16		ر		ك		ر		ك	
17		م		ك		م		ك	
18		م		ك		م		ك	
19		ر		ك		ر		ك	
20		م		ك		م		ك	
21		م		ك		م		ك	
22		ر		ك		ر		ك	
23		م		ك		م		ك	
24		م		ك		م		ك	
25		ر		ك		ر		ك	

Almucantars of Latitude 50: hours 16;14									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
[0]		16 30		25 39		26		10 30	
1		16 7		25 4		27		10 22	
2		15 46		24 30		28		10 14	
3		15 26		23 58		29		10 6	
4		15 7		23 27		30		9 58	
5		14 48		22 56		31		9 51	
6		14 30		22 26		32		9 44	
7		14 13		21 57		33		9 38	
8		13 57		21 29		34		9 31	
9		13 41		21 2		35		9 25	
10		13 26		20 35		36		9 19	
11		13 12		20 9		37		9 14	
12		12 58		19 44		38		9 8	
13		12 45		19 19		39		9 3	
14		12 32		18 55		40		8 58	
15		12 19		18 31		41		8 53	
16		12 7		18 8		42		8 49	
17		11 56		17 45		43		8 44	
18		11 45		17 23		44		8 39	
19		11 34		17 1		45		8 35	
20		11 24		16 40		46		8 30	
21		11 14		16 19		47		8 26	
22		11 4		15 58		48		8 22	
23		10 55		15 38		49		8 18	
24		10 46		15 18		50		8 14	
25		10 38		14 59					

مقنطرات عرض ن ساعته يو يد									
عدد		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
أنصاف الأقطار		أبعاد المراكز		أنصاف الأقطار		عدد		أبعاد المراكز	
نا	ح	ي	ح	هـ	ع	ز	ك	ب	د
نب	ح	ز	ز	مو	عب	ز	ك	ب	د
نح	ح	د	ز	لح	عح	ز	ك	ب	د
ند	ح	ا	ز	ك	عد	ز	ك	ب	د
نه	ز	نح	ز	و	عه	ز	ك	ب	د
نو	ز	نه	و	نح	عو	ز	ك	ب	د
نز	ز	نب	و	م	عز	ز	ك	ب	د
ننح	ز	مط	و	كز	عح	ز	ك	ب	د
نقط	ز	مز	و	يد	عط	ز	ك	ب	د
س	ز	مد	و	ا	ف	ز	ك	ب	د
سا	ز	مب	هـ	مح	فا	ز	ك	ب	د
سب	ز	لط	هـ	له	فب	ز	ك	ب	د
سج	ز	لو	هـ	كب	فج	ز	ك	ب	د
سد	ز	لك	هـ	ي	فد	ز	ك	ب	د
سه	ز	لب	د	نز	فه	ز	ك	ب	د
سو	ز	ل	د	مه	فو	ز	ك	ب	د
سز	ز	كح	د	لب	فز	ز	ك	ب	د
سح	ز	كز	د	ك	فح	ز	ك	ب	د
سط	ز	كه	د	ح	فط	ز	ك	ب	د
ع	ز	كد	د	نو	ص	ز	ك	ب	د

Almucantars of Latitude 50: hours 16;14									
no.		dist. of centres		semi-diam.		no.		dist. of centres	
51	8	10	8	0	71	7	22	3	44
52	8	7	7	46	72	7	21	3	32
53	8	4	7	33	73	7	20	3	20
54	8	1	7	20	74	7	18	3	8
55	7	58	7	6	75	7	17	2	56
56	7	55	6	53	76	7	16	2	44
57	7	52	6	40	77	7	15	2	32
58	7	49	6	27	78	7	14	2	20
59	7	47	6	14	79	7	13	2	8
60	7	44	6	1	80	7	13	1	57
61	7	42	5	48	81	7	12	1	45
62	7	39	5	35	82	7	11	1	33
63	7	36	5	22	83	7	11	1	21
64	7	34	5	10	84	7	10	1	10
65	7	32	4	57	85	7	10	0	58
66	7	30	4	45	86	7	9	0	46
67	7	28	4	32	87	7	9	0	35
68	7	27	4	20	88	7	9	0	23
69	7	25	4	8	89	7	9	0	11
70	7	24	3	56	90	7	9	0	0

[كو 3 CD نو ر | يه مو 2 CD م | ز 1 CD ن | ل 0 D يو, C يومد | يو يد [lit.]  
 B لد | مد 32 D نح | نح 30 D نر | يز 19 D كه | كه 8 B كو | كز 4 B كه, CD نو  
 ما | م 44 CD مو | نو 43 CD نح | نح 41 CD كد | كه 35 B ل | ل 33 CD ما | نا  
 B 69 | يد 59 T [illeg. T 55 ز | د 53 BT نح | نح 48 B نر | نر 47 BT  
 CD ل | لب 77 T م | مد 76 B كر | كب 71 C [illeg. C 70 د | illeg. C د]

جدول السموت													
العدد		خط الاستواء		عرض يه		عرض يو		عرض يز		عرض يمح			
الحمل	هـ	يط	له	ك	ك	ك	كو	ك	ك	ك	ك	ك	م
ي	ي	ي	ي	يز	يز	يز	و	يز	يز	يز	يز	يز	مح
ك	ك	ي	ي	يد	يد	يد	ك	يد	يد	يد	يد	يد	ل
ل	ل	يب	يب	يا	يا	يا	ب	يا	يا	يا	يا	يا	ي
له	له	ي	ي	ي	ي	ي	م	ي	ي	ي	ي	ي	مز
م	م	ط	ط	ط	ط	ط	ط	ط	ط	ط	ط	ط	لد
مه	مه	ح	ح	ح	ح	ح	ك	ح	ح	ح	ح	ح	لب
ن	ن	ز	ز	ز	ز	ز	ك	ز	ز	ز	ز	ز	لب
نه	نه	و	و	و	و	و	ل	و	و	و	و	و	ط
س	س	هـ	هـ	هـ	هـ	هـ	ل	هـ	هـ	هـ	هـ	هـ	له
سم	سم	د	د	د	د	د	لو	د	د	د	د	د	لط
ع	ع	د	د	د	د	د	لو	د	د	د	د	د	مح
ف	ف	ب	ب	ب	ب	ب	ما	ب	ب	ب	ب	ب	مح
ف	ف	ب	ب	ب	ب	ب	مز	ب	ب	ب	ب	ب	مح
ف	ف	ب	ب	ب	ب	ب	مز	ب	ب	ب	ب	ب	ند
ص	ص	ب	ب	ب	ب	ب	مز	ب	ب	ب	ب	ب	هـ

[tit.] جدول عمل السموت لهذه العروض [جدول السموت .] *in sola prima pagina tabularum*, D in solis primis duabus, جدول السموت B *in prima pagina – in aliis paginis* جدول السموت T; انصاف اقطار دواير السموت في الافاق CBD, جدول السموت مح [يه 20 B مح, نخج 10 CD مح] نخج 5 B له [لط T 5] الحمل *sub tabula T* B مح [نخج B بط [مط T] له 30 CD ب [1 مح CBD لمخ [نخج T لب [ل 25 T T لو [له CD لب [لد 65 CBD لو [لط CBD لد [لو 40 T كه [به CD بر [نر B بد [ند CB مح [3 نخج CB مح [2 نخج CB مح [1 نخج B ب [لب 85

[illegible]

*Note:* In T the whole table of azimuths is written on one page, beginning from the bottom of the page and ending at the top. On its left side there is the main title, *anṣāf aqṭār dawā'ir al-sumūt fī al-āfāq*. Above the entire table is written *al-āfāq*, below *jadwal al-sumūt* and to its right *al-ajzā'*.

[illegible]

[کد 10 T مخ، B کج] CD نب | یب B بط | نط 5 CD مح | د D ند | Ari  
 | نط B ه | نه D ما، C | نا 35 CD نه | به 25 B | ر | نز 15 B | ا | ۵ CD مخ  
 85 B ب، CD م<sup>2</sup> نب | ر | ن 80 C مه | مد 45 B | ر | ن 40 D | د | د B بط  
 B | ه | نه<sup>2</sup> B | ه<sup>1</sup> نه T | نه ند

[illegible]







[illegible]

20 T مع B، ك [خ] 15 CD به [ه] 10 B ر | ان B مع CD، ي [ي] 5 B مع [ع] Ari  
[كز] 65 B نب [ي] CD ير [ز] 45 B مع [ي] B ر | ان C نب [ي] 35 B [ا] نا  
CD د [ه] 85 CD ط [ح] 80 B ح [ح] 75 B كو

[illegible]

جدول السموت									
العدد		عرض لظ		عرض م		عرض ما		عرض مب	
عرض مح		عرض ما		عرض مب		عرض مح		عرض ما	
الحمل	ه	ك	يو	ك	لح	ك	ب	ك	كو
ه	ك	ك	ي	ك	ل	ن	ك	ك	كو
ي	ك	ك	يز	ك	لد	ن	ك	ك	كو
يه	يط	ك	ك	ك	مد	ه	ك	ك	كو
ك	يز	م	م	م	ه	يه	ل	م	كو
ك	يو	ز	يو	ك	ه	له	ن	م	كو
ل	يد	لو	يد	م	م	ا	يه	م	كو
له	يب	يا	يب	ك	ك	لد	م	م	كو
م	يا	م	يا	ن	ن	ط	ك	م	كو
م	ي	ك	ي	لح	لح	م	ي	م	كو
ن	ط	يب	ط	ك	ك	م	ط	م	كو
ن	ز	م	ز	ح	ح	م	ح	م	كو
س	و	و	و	و	و	م	و	م	كو
م	د	د	د	د	د	م	د	م	كو
ع	د	د	د	د	د	م	د	م	كو
ع	د	د	د	د	د	م	د	م	كو
ط	ب	ب	ب	ب	ب	م	ب	م	كو
ط	ب	ب	ب	ب	ب	م	ب	م	كو
ف	ا	ا	ا	ا	ا	م	ا	م	كو
ف	ا	ا	ا	ا	ا	م	ا	م	كو
ص	ه	ه	ه	ه	ه	م	ه	م	كو

Table of Azimuths									
no.	lat. 39		lat. 40		lat. 41		lat. 42		lat. 43
Ari	25	16	25	38	26	2	26	26	26
5	23	10	23	30	23	50	24	10	24
10	21	17	21	34	21	52	22	10	22
15	19	28	19	44	20	0	20	17	20
20	17	45	18	0	18	15	18	30	18
25	16	7	16	21	16	35	16	50	17
30	14	36	14	48	15	1	15	15	15
35	13	11	13	22	13	34	13	46	13
40	11	49	11	59	12	9	12	20	12
45	10	29	10	38	10	47	10	57	11
50	9	12	9	20	9	28	9	37	9
55	7	58	8	5	8	12	8	20	8
60	6	47	6	53	6	59	7	5	7
65	5	36	5	41	5	46	5	52	5
70	4	28	4	32	4	36	4	40	4
75	3	20	3	22	3	25	3	28	3
80	2	12	2	14	2	16	2	18	2
85	1	6	1	7	1	8	1	9	1
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0

15 T د | ي CBTD ب | نب 10 T د | 2 ي B ر | ن B له | 5 C نو | يو Ari  
 25 D لب | ل T م | م B نه | 20 CD م | يز B ط | 1 ك T م | مد T ك | ك  
 30 B نا | 2 يا D ط | ط C | مط 40 B له | لد 35 B ه | 1 يد 30 B مر | يز B ر  
 55 B م | ك 50 CD ن | ر CBD مر | نر CD م | ح B ك | كط 45 CBD ط  
 60 CD د | 4 ك T ك | ك 70 CBD م | م B نب | 65 B ط | 60 C م | م  
 75 C د | ك 80 CD ب | 4 د C, illeg. D



[illegible][illegible]

B ران T د | اك B ه | نه CD كه | كد 5 B ط | مط D بو, C نو | يز Ari  
30 CD مخ | مخ CD كه | كه 20 T لر | لد B ه | نه 15 B مخ | مخ 10 T ل | ل 2 اك  
60 B و | و CD ه | نه 55 B ه | نه 45 CD كر | كو 40 CBD ير | از T مخ | مخ  
in corr. B | كط 80 T ه | ه 3 B ه | نه 70 CD نز | يز 65 CBD ب | ب انب

جدول السموت				
عرض ن		عرض مط		العدد
لد	ل	نر	كط	الحمل
ه	ك	ك	ك	ه
م	ي	ي	ك	ي
ن	ب	ب	ك	ب
ك	ه	ه	ك	ك
و	ط	ط	ك	و
ز	ي	ي	ك	ز
د	ب	ب	ك	د
ر	ن	ن	ك	ر
ح	ط	ط	ك	ح
و	ي	ي	ك	و
ه	ك	ك	ك	ه
د	ب	ب	ك	د
ر	ن	ن	ك	ر
ح	ط	ط	ك	ح
و	ي	ي	ك	و
ه	ك	ك	ك	ه

Table of Azimuths				
no.	lat. 49		lat. 50	
Ari	29	57	30	34
5	27	24	28	0
10	25	10	25	40
15	23	2	23	30
20	21	0	21	26
25	19	5	19	27
30	17	16	17	36
35	15	35	15	54
40	13	58	14	15
45	12	24	12	40
50	10	53	11	7
55	9	26	9	38
60	8	1	8	11
65	6	38	6	46
70	5	17	5	23
75	3	57	4	2
80	2	38	2	41
85	1	18	1	20
90	0	0	0	0

55 CD ن | ز B مح | مح 50 T مد | ند 35 T ل | ل كز T ه | ه 25 CBD م | م Ari  
T مح | الخ

## النوع الخامس

## في صفة تخطيط الأسطرلاب الشمالية

فإذ قد فرغنا من وضع ما يحتاج إليه في صناعة الأسطرلاب من الجداول  
فلنصف الآن كيف نرسم ذلك ونعمله أولاً على جهة القطب الشمالي إذ كان  
نصف كرة الفلك الشمالي بما فيه من الكواكب هو الأكثر ظهوراً في الأقاليم  
الشمالية من الأرض وكان ما قرب من القطب الجنوبي من الكواكب إما غير  
ظاهر البتة في هذه الأقاليم وإما قليل الظهور ولذلك اقتصرنا على وضع  
الجداول على جهة القطب الشمالي متبعين فيه لعمل القدماء ونسلف بعد  
ذلك كيف يعمل الأسطرلاب على جهة القطب الجنوبي فلكيلا نطيل القول  
نقتصر من وصف صناعة الصفائح وتدويرها وإحكام تسوية وجوها وتوازي  
سطوحها وقسمة حجرة الأسطرلاب بأقسام دائرة معدل النهار التي هي ثلاثمائة  
وستون جزءاً على ما لم يزل أهل هذه الصناعة يعملونها عليه وإذا كان غرضنا  
أن نصف تخطيط الأسطرلاب بما قدمنا وصفه فقط فنبتدئ بصفة تخطيط ما  
يقع في صفيحة العنكبوت التي هي واحدة لجميع الأقاليم ونجعل ذلك في  
مثال جامع .

15

CTD في [من<sup>2</sup> 3] add. CD هذه الآلة أعنى [صنعة 3 S اتينا على جميع B وضعنا [فرغنا من وضع 3  
om. [هذه 7 CD أقاليم [الأقاليم 5 S أكثر [الأكثر 5 CD القطب [الفلك 5 S في [ونعمله أولاً على 4  
om. B, [سطوحها 11 marg. B [القدماء 8 S متمين T فيتمين [متبعين 8 om. BS [وضع 7 BS  
CBTS وإذا [وإذا 12 add. T [العنكبوت [عليه 12 CBDS يعملونه [يعملونها 12 marg. B S, سطورها  
إن شاء الله [جامع 15 B تجمع [لجميع 14 hic et saepius S صفحة [صفيحة 14 add. B [بما 13  
add. T

## Chapter 5

## On how to delineate the northern astrolabe

Since we have finished putting down what tables are needed in making the astrolabe, let us now describe how we draw that. First we construct it with respect to the north pole<sup>1</sup>, since the northern hemisphere with the stars on it is the one that is more visible in the northern climates of the earth, and the stars near the south pole are either absolutely invisible in these climates or seldom visible. Therefore we have restricted ourselves to setting out tables with respect to the north pole, following in it the practice [*amal*] of the ancients. After that we shall describe how to make the astrolabe with respect to the south pole. In order not to prolong the discussion we shall restrict ourselves in the description of making the plates – making them round, making their surfaces perfectly even and their planes parallel, and the division of the rim of the astrolabe into the divisions of the equator circle, which are 360 degrees – to the way in which the practitioners of this art are still making them. Since it is our aim to describe the delineation of the astrolabe only according to what we have described earlier, we begin with a description of the delineation of what falls on the plate of the rete, which is the same for all climates. We do that with a comprehensive example.

<sup>1</sup>I.e. the projection is made onto the plane tangent to the north pole.

- [1] فنفرض صفيحة العنكبوت دائرة  $\overline{ABGD}$  ومركزها نقطة  $\overline{E}$  ونخرج قطريها يتقاطعان على زاوية قائمة عليهما  $\overline{AG}$   $\overline{BD}$  ونجعل خط  $\overline{AG}$  خط نصف النهار وخط  $\overline{BD}$  خط أفق الفلك المستقيم على ما بينا قبل ونعمل مسطرة مستوية كهيئة مسطرة  $\overline{ZCH}$  ونأخذ منها بقدر قطر  $\overline{AG}$  وهو  $\overline{CH}$  فنقسمه بستين جزءاً أقساماً مستوية لا زلل فيها ونقسم كل جزء بما أمكن من الدقائق على قدر عظم الأسطرلاب ونكتفى بأن نقسم منها الخمسة الأجزاء الأولى بالأجزاء والدقائق ونقسم الباقي بالخمسات فقط ونقسم باقى المسطرة بمثل أقسام  $\overline{CH}$  ثم نأخذ بالبركار من أجزاء المسطرة ثمانية أجزاء وأربعاً وثلاثين دقيقة التى بينا أنها بعد مركز دائرة فلك البروج من مركز الصفيحة فنضع أحد طرفى البركار على مركز  $\overline{E}$  والطرف الآخر حيث بلغ من خط  $\overline{EA}$  فيقع على نقطة  $\overline{K}$  ثم نأخذ بالبركار أيضاً من المسطرة واحداً وعشرين جزءاً وستاً وعشرين دقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة  $\overline{K}$  والطرف الآخر حيث بلغ من خط  $\overline{EA}$  فيقع الطرف الآخر على نقطة  $\overline{A}$  لأن خط  $\overline{EA}$  يكون ثلاثين جزءاً من المسطرة وندير به على مركز  $\overline{K}$  دائرة فلك البروج عليها  $\overline{ALMN}$  فنتبين على ما قدمنا أن نقطة  $\overline{A}$  رأس الجدى ونقطة  $\overline{L}$  رأس الحمل ونقطة  $\overline{M}$  رأس السرطان ونقطة  $\overline{N}$  رأس الميزان .

عليها [عليها] 17 B قطرها [قطريها] 17 T *pruef.* T مخطيط العنكبوت صفة D: فلنفرض T, فنفرض [نفترض] 16  
ستين [بستين] 20 CD دح [رح] 19 CD مقسومة BTS: [مستوية] 19 add. BS قد [ما] 18 CBTDS  
C, حطه [حط] 23 S الأول [الأولى] 22 S add. منها [جزء] 20 BTS متساوية CD: [مستوية] 20 B  
BS ولثتين [جزءاً وستاً وعشرين] 27 BS 11: [وأربعاً وثلاثين] 24 B آخر [أجزاء] 23 D (ح. marg.) معده  
27-28 T يقع [فيقع] 28 S نقطة [خط] 28 T والآخر [والطرف الآخر] 27-28  
S الـ B, الـ M ن [الـ M ن] 30 T add. et del. يكون بعد ما بين [ق] 29 S ونديره [وندير به] 29 B  
BS ر [ن] 31 T فيين [فتين] 30

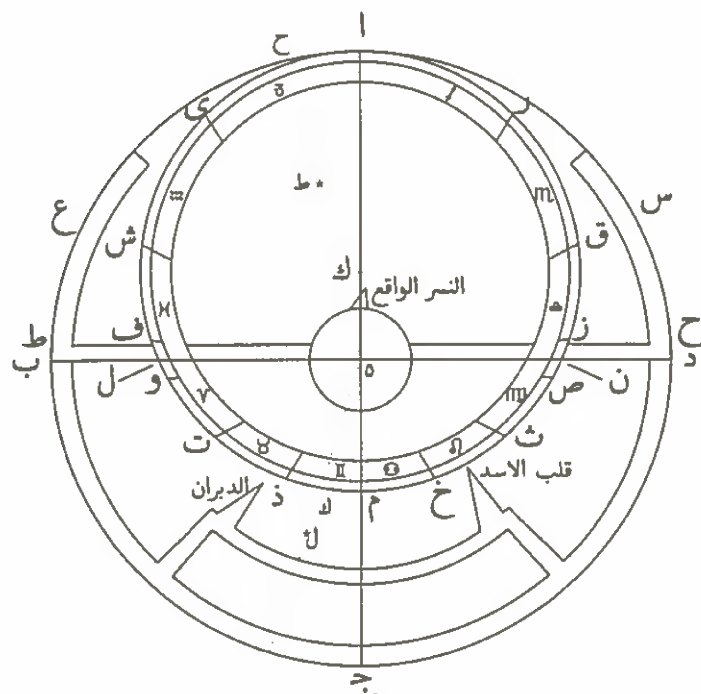
[1] We assume the plate of the rete to be circle  $ABGD$  and its centre point  $E$ . We draw its diameters intersecting at a right angle with  $AG$   $BD$  on them. We make line  $AG$  the meridian line and line  $BD$  the horizon line at *sphaera recta*, as described earlier. We make a straight rule, e.g. rule  $Z'H'^2$ ; we take on it [a distance] in the amount of diameter  $AG$ , which is  $H'T'$ , and divide it into 60 parts [*juz'*] in even divisions [*qism*] with no irregularity in them; we divide each part [*juz'*] into as many subdivisions [*daqīqa*] as possible for the size of the astrolabe – but we content ourselves with dividing its first five parts [*juz'*] into parts [*juz'*] and subdivisions [*daqīqa*] and divide the rest into fives only<sup>3</sup>. We divide the rest of the rule into the same parts as  $H'T'$ . Then with the compasses we take from the parts of the rule  $8^p34'$ , which, as we have explained, is the distance of the centre of the zodiac circle from the centre of the plate. Then we put one of the ends of the compasses on centre  $E$  and the other end wherever it reaches on line  $EA$  – let it fall at point  $K$ . Then we also take with the compasses [the distance] on the rule  $21^p26'$  and put one of its ends at point  $K$  and the other end wherever it reaches on line  $EA$  – the other end falls at point  $A$ , because line  $EA$  is thirty parts of the rule. We draw with it, about point  $K$ , the zodiac circle, on which are  $ALMN$ : it becomes clear according to what we have set out earlier that point  $A$  is the beginning of Capricorn, point  $L$  the beginning of Aries, point  $M$  the beginning of Cancer and point  $N$  the beginning of Libra.

<sup>2</sup>Letters referring to the rule are marked in the translation with a dash, i.e.  $Z'$ ,  $H'$ ,  $T'$ . The letters  $Z$ ,  $H$ ,  $T$  are later used for points on the rete. There is no distinction in the Arabic between  $Z$  and  $Z'$ , etc.

<sup>3</sup>In the diagram here printed the first five parts are divided into individual parts, but no attempt at subdivision has been made. The dimensions of the parts supporting the star pointers and zodiac are the result of a compromise between the instructions in the possibly suspect passage at the end of the section on the rete (lines 104–113) and the diagram in C.



وندير أيضاً بالبركار في دائرة  $\overline{المن}$  دائرتين على مركز  $ك$  يكون بعد ما  
بين دائرة  $\overline{المن}$  وبين التي تليها من الدائرتين وهي الوسطى مقدار جزء من

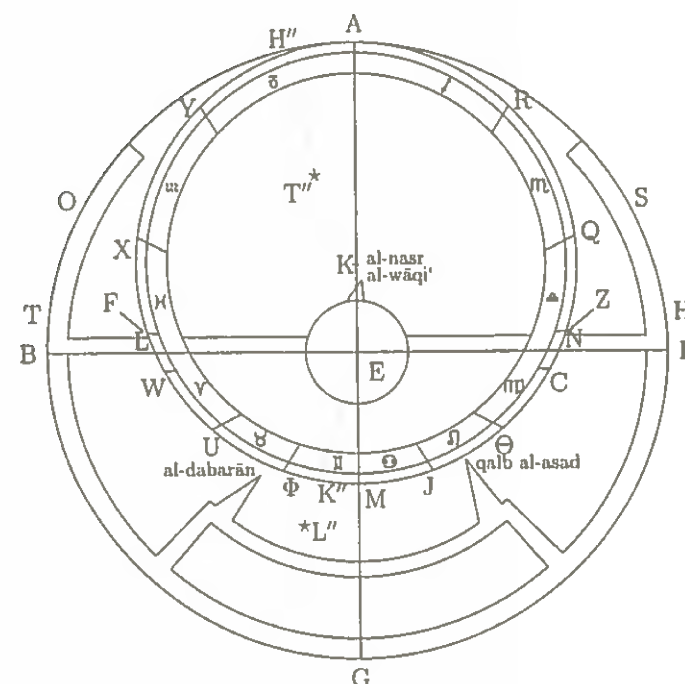


هـ	ى	يه	ك	كه	ل	له	م	مه	ن	نه	س	سه	ع	عه	ف
ح															ز

أجزاء المسطرة وما بين هذه الوسطى وبين الصغرى مقدار جزئين ليكون ما  
بين الدائرة الصغرى والدائرة الوسطى لأقسام البروج فقط وما بين الوسطى  
والعظمى لأقسام أجزاء البروج ونقتصر على أن يكون مثال لنا على سدس

$S$   $\overline{المن}$ ,  $B$   $\overline{المن}$ ,  $\overline{المن}$   $32$   $ac. D$  | دائرة  $\overline{المن}$   $32$   $D$  البركار | بالبركار  $32$   
 $TS$  مثلاً,  $B$  مثلاً لنا  $36$   $om. S$  | الدائرة  $35$   $S$  أعنى | وهي  $33$   $BS$  قبلها | تليها  $33$

With the compasses we also draw, in circle  $ALMN$ , two circles about centre  $K$ , the distance between circle  $ALMN$  and whichever of



[Fig. 5.1]

80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Z'															H'

the two circles follows it – it is the middle one – being the amount of one of the parts of the rule and between this middle one and the smallest being the amount of two parts, so that [the space] between the smallest circle and the middle circle is for the divisions of the signs only and [the space] between the middle one and the greatest is for the divisions of the degrees of the signs. We restrict ourselves to having an example according to the sixth of

الأسطرلاب التامة وهو أن نجعل ما يرسم فيها من أجزاء الفلك والمقنطرات  
لسته أجزاء ستة اجزاء وينبغي أن ندير في ظهر صفيحة العنكبوت على نقطة  
مسامته لنقطة  $\bar{K}$  دائرة مساوية لدائرة  $\bar{A}LMN$  ومسامته لها لتكون أصح في  
العمل وأبعد من الزلل ثم نبرد حرف دائرة البروج فيما بين العظمى  
والوسطى لتكون دائرة البروج مماسة بحرفها الأسفل للصفيحة التي تخط فيها  
المقنطرات وتكون أقسام أجزاء فلك البروج التي تقع فيما بين الدائرة العظمى  
والوسطى مماسة بأطرافها لسطح صفيحة المقنطرات على الدائرة المخطوطة في  
ظهر صفيحة العنكبوت .

45 فإذا أحكمنا ذلك قسمنا دائرة البروج على ما نصف وهو أن نقسم  
نصف دائرة  $\bar{D}AB$  وهو  $\bar{D}AB$  بمائة وثمانين جزءاً متساوية ثم نفصل من  
كل واحدة من قوسى  $\bar{D}A$   $\bar{B}A$  بقدر أجزاء مطالع الحمل التي  
وضعناها في الجدول وهو سبعة وعشرون جزءاً وخمسون دقيقة وهما قوسا  
 $\bar{D}S$   $\bar{B}E$  ثم نضع المسطرة على نقطتى  $\bar{S}$   $\bar{E}$  وننظر أين تقع المسطرة من  
دائرة فلك البروج في النصفين جميعاً فتقطعها على نقطتى  $\bar{Q}$   $\bar{U}$  فتقوس  $\bar{L}T$   
50 أجزاء برج الحمل وقوس  $\bar{Q}N$  أجزاء برج الميزان ثم نضع المسطرة أيضاً على  
نقطتى  $\bar{E}$   $\bar{H}$  وننظر أين تقع من فلك البروج فتقطعها على نقطتى  $\bar{S}$   $\bar{H}$   
فقوس  $\bar{L}S$  أجزاء الحوت وقوس  $\bar{N}H$  أجزاء السنبلة ثم نأخذ أيضاً من

CBD لحرفها [بحرفها] 41 D فابعد [وأبعد] 40 S  $\bar{A}LMN$  [المر] 39 B الصفيحة [صفيحة] 38  
[الجدول وهو] 48 B وضعناها [وضعناها] 48 S  $\bar{D}AB$   $\bar{B}A$   $\bar{D}A$  [دأب] 46 CD العنكبوت [المقنطرات] 42  
K,  $\bar{B}$  CBTDSL: [ت] 50 CBDS فتقطعها [تقطعها] 50 CBD تقطع [تقع] 49 BTS الجدول وهي  
تقطع [تقع] 52 om. BS [أيضاً] 51 om. S [برج] 51 P  $\bar{B}$  K,  $\bar{A}T$  CBTDSL: [ل] 50 P  $\bar{B}$   
BP لس CTDLSK: [لش] 53 K فت  $\bar{L}$   $\bar{S}$   $\bar{T}$   $\bar{B}S$   $\bar{H}$   $\bar{C}D$   $\bar{S}$   $\bar{P}$ : [ش] 52 CBTDS  
K  $\bar{B}$   $\bar{L}$   $\bar{D}$   $\bar{B}P$   $\bar{C}$   $\bar{N}$   $\bar{T}S$ : [ن] 53

the complete astrolabe – that is, we make what is drawn on it of degrees of the sphere [*falak*] and the almucantars for every six degrees<sup>4</sup>. On the back of the plate of the rete, about the point coincident with [*musāmita*] point *K*, we must draw a circle equal to circle *ALMN* and coincident with it, so that it is truest in the construction and furthest from deviation. Then we file the edge of the zodiac circle between the greatest and the middle [circles], so that the zodiac circle touches with its lower edge the plate in which the almucantars are drawn. The divisions of the degrees of the zodiac, which fall between the greatest and middle circle[s], touch with their outermost parts the surface of the plate of the almucantars at the circle drawn on the back of the plate of the rete.

When we have perfected that, we divide the circle of the signs as I shall describe, viz we divide half the circle *DABG*, which is *DAB*, into 180 equal degrees. Then we cut off from each of arcs *DA BA* [an arc] in the amount of the degrees of the ascension of Aries, which we have laid down in the table – it is 27°50'. They are arcs *DS BO*. Then we put the rule on points *S E* and see where the rule falls on the zodiac circle in both its two halves<sup>5</sup>: it cuts it at points *Q U*. So arc *LU* is the degrees of the sign of Aries and arc *QN* is the degrees of the sign of Libra. Then we also put the rule at points *O E* and see where it falls on the zodiac: it cuts it at points *X Θ*. So arc *LX* is the degrees of Pisces and arc *N Θ* is the degrees of Virgo. Then we also take from

<sup>4</sup>For simplicity, the degrees between the circles of the zodiac have been omitted from the diagram.

<sup>5</sup>In the diagram the construction lines *H''T''E* and *L''K''E* are indicated by dotted lines. These lines do not appear on the diagrams in the extant manuscripts.

جدول المطالع أجزاء مطالع الحمل والثور جميعاً وهي سبعة وخمسون جزءاً  
 وأربع وأربعون دقيقة ونعمل كما عملنا حتى تخرج لنا مواضع نقط ر ذ ي  
 55 خ فنكون قد قسمنا كل ربع من أرباع فلك البروج بثلاثة أقسام فنخرج من  
 كل قسم خطاً يفصل دوائر فلك البروج جميعاً ونكتب على كل قسم فيما بين  
 الدائرة الوسطى والصغرى أسماء البروج ونبدأ من قوس ل ت فكتب عليها  
 الحمل وتنبه بالبروج إلى آخرها ثم نأخذ أيضاً من كل واحدة من قوسي د أ  
 ب أ بقدر مطالع ستة أجزاء من الحمل وهو خمسة أجزاء وتسع وعشرون  
 60 دقيقة وهما قوسا د ح ب ط فنضع المسطرة على نقطتي ح ه ونعلم حيث  
 تقطع المسطرة فلك البروج نقطتي ز و فنقطة و موضع ستة أجزاء من الحمل  
 ونقطة ز موضع ستة أجزاء من الميزان ونضع المسطرة أيضاً على نقطتي ط ه  
 ونعلم حيث تقطع فلك البروج نقطتي ف ص فنقطة ف موضع أربعة  
 وعشرين جزءاً من الحوت ونقطة ص موضع أربعة وعشرين جزءاً من السنبلة  
 65 ثم نقسم على هذا المثال سائر فلك البروج كل برج بخمسة أقسام ونجيز على  
 نقط الأقسام خطوطاً فيما بين الدائرة العظمى والوسطى وقد يمكننا قسمة

55 K, T, ض CBDSLKP: [ي 55 D, CBSLKP, T: [ذ 55 CDK, BTSLP: [ر 55 S نقطه [نقط 55  
 56 B خطاً خطأ 57 B خطاً خطأ 57 S ونخرج [فنخرج 56 B, CDSLKP: ح T: [خ 56  
 58 B, ل T, CD, ل B, TLP: [ل ت 58 CTD اسم [أسماء 58 B والدائرة الصغرى [والصغرى 58  
 T واحد [واحدة 59 S لتقسيم أجزاء البروج من جدول مطالع البروج [أيضاً ... ب أ 59-60 K  
 فيقطع من [ونعلم حيث تقطع المسطرة 61-62 lac. D [ب ط 61 ح D [د ح 61 B قوس [قوس 59  
 م T: [و 62 CBSLKP: T: [و 62 CBTDSLK: P: [ز 62 B سقطى [نقطتي 62 S دائرة  
 لسة أجزاء من lac. > ونقطة م لسة [سته ... موضع 62 lac. S [و موضع: lac. S  
 S [ط 63 BS. om. أيضاً 63 K, ن S, م BT, CDLP: [ز 63 S أجزاء من الحمل ثم نأخذ مطالع  
 ح CDK: T: [ص 64 B [و 64 S فيقطع من دائرة [ونعلم ... تقطع 64 T ويعلم [ونعلم 64  
 T نقطه [نقط 67 S أجزاء [جزءاً 65 K, CBSLKP: ح T: [ص 65 BS. om. [الحوت ... من 65 BSLP  
 BS حكينا [يمكننا 67 T. add. على هذه المثال [والوسطى 67

the ascension table the degrees of the ascension of Aries and Taurus together, which are  $57^{\circ}44'$ . We proceed as we did [before], so that there emerge for us points  $R \emptyset Y J$ . So we shall have divided each of the quadrants of the zodiac into three parts. From each division we draw a line cutting off all the circles of the zodiac. On each division between the middle and smallest circle we write the names of the signs. We begin from arc  $LU$  and write in it "Aries" and follow it with the signs until the last of them. Then we also take from each of arcs  $DA BA$  [an arc] in the amount of the ascension of  $6^{\circ}$  of Aries, which is  $5^{\circ}29'$ . They are arcs  $DH BT$ . We put the rule on points  $H E$  and where the rule cuts the zodiac we mark points  $Z W$ . So point  $W$  is the position of  $6^{\circ}$  of Aries and point  $Z$  the position of  $6^{\circ}$  of Libra. We also place the rule on points  $T E$  and where it cuts the zodiac we mark points  $F C$ <sup>6</sup>: point  $F$  is the position of  $24^{\circ}$  of Pisces and point  $C$  is the position of  $24^{\circ}$  of Virgo. Then, on this model, we divide the rest of the zodiac, each sign into five divisions. Through the division points we pass lines between the greatest and the middle circle. We can divide

<sup>6</sup>Here the readings  $W$  (i.e. و) and  $C$  (ص) are accepted from T against all the other manuscripts. These have  $M$  (م) for  $W$ , and  $H$  (ح) or  $G$  (ج) for  $C$ . Not only have  $M$  and  $H$  (or  $G$ ) been used already, but in the Eastern Arabic *abjad* alphabet as used for lettering diagrams  $C$  follows  $F$ ; and  $W$ , if used, precedes  $Z$ .



فلك البروج بوجه أسهل من هذا الوجه وقريب في الصحة مما قدما وهو  
أن تلزم صفيحة العنكبوت صفيحة أم الأسطرلاب حتى يركب كل واحد من  
خطى  $\overline{أ ب د}$  نظيره في صفيحة أم الأسطرلاب ثم نضع المسطرة على مثل  
70 المطالع التي عملنا بها من أقسام حجرة الأسطرلاب فنستغنى بذلك عن قسمة  
نصف دائرة  $\overline{أ ب د}$  إلا أن العمل بأقسام دائرة  $\overline{أ ب د}$  أبعد من الزلل وأصح في  
الصناعة .

[2] ومن بعد فراغنا من دائرة فلك البروج نصف كيف نرسم  
75 مواضع الكواكب الثابتة في العنكبوت ونجعل لذلك مثلاً من كوكبين فنأخذ  
من الجدول الجزء الذي يمر مع النسر الطائر في خط وسط السماء فنجده في  
الجدول أحد عشر جزءاً وأربعين دقيقة فنعلم على موضعه من فلك البروج في  
العنكبوت نقطة  $\overline{ح}$  ونخرج خط  $\overline{ح ه}$  غير مؤثر في الصفيحة ثم نأخذ بالبركار  
من المسطرة بقدر نصف قطر مدار النسر الطائر في الجدول وهو سبعة عشر  
جزءاً وست وثلاثون دقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة  $\overline{ه}$  ونعلم حيث بلغ  
80 الطرف الآخر من خط  $\overline{ه ح}$  نقطة  $\overline{ط}$  فننقطة  $\overline{ط}$  موضع النسر الطائر في  
العنكبوت ثم نأخذ أيضاً جزء ممر يد الجوزاء من الجدول فنجده في الجوزاء

om. T [صفيحة 69 وهو قريب] وقريب 68 om. S [الوجه 68 add. BTS آخر [بوجه 68  
دَاب] [أب د 72 S من] [عن 71 lac. S] [من أقسام حجرة 71 S خطى] [صفيحة 70 S دَاب] [أب د 70  
CD وبعد] [ومن بعد 74 S دَاب] [أدب] [أدب 72 S قسمة نصف] [العمل بأقسام 72 BTS  
بكوكبين] [مثلاً من كوكبين 75 S ولنمثل] [ونجعل 75 om. CD] [فلك 74 S ذكرنا قسمة] [فراغنا من دائرة 74  
بدائرة] [في خط 76 D من] [أب 76 add. BS الكوكب] [مع 76 add. T الكواكب الثابتة] [الجدول 76 S  
T غ ه] [ح ه 78 T غ ح] [ح 78 CD موضع] [موضع 77 D الجدول] [الجدول 77 BS فنجد] [فوجد 76 S  
P ه ه S ه ه T غ ه] [om. B] [ح 81 om. CD] [الطرف 81 om. CD] [نقطة 80 C مؤثر] [مؤثر 78  
T ط 81 om. BS] [نقطة ط 81] [ط 81 T ط 81]

the zodiac in a way easier than this way and close in correctness to what we have set forth earlier: it is that the plate of the rete clings to the plate of the *mater* of the astrolabe, so that each of lines  $AG$   $DB$  rides its counterpart on the plate of the *mater* of the astrolabe. Then we put the rule at the same ascension, which we used [before], among the divisions of the rim of the astrolabe. By this [means] we can dispense with dividing semicircle  $ABD$ , but using the divisions of circle  $ABD$  would be further from error and more accurate to make.

[2] After finishing the circle of the zodiac, we shall describe how we draw the positions of the fixed stars on the rete. For this we make an example of two stars. From the table we take the degree which passes the meridian line together with [the star] *al-nasr al-ṭā'ir* ["the Flying Eagle", α Aquilae]: we find it in Capricorn 11°40'. At its place in the zodiac on the rete we mark point  $H''$  and draw line  $H''E$ , not incised, on the plate. Then with the compasses we take from the rule [a distance] in the amount of the semidiameter of the course of *al-nasr al-ṭā'ir* in the table, which is 17°36'. We put one of its ends at point  $E$  and mark point  $T''$  where the other end reaches on line  $EH''$ . So point  $T''$  is the position of *al-nasr al-ṭā'ir* on the rete. Then we also take the degree of passage [*mediatio*] of [the star] *yad al-jawzā'* ["the Hand of *al-jawzā'*", α Orionis] from the table: we find it in Gemini

<sup>7</sup>In this paragraph each of the letters  $H$   $T$   $K$   $L$  carries a double dash. This is to distinguish them from the  $H$   $T$   $K$   $L$  already used for other points in the diagram. With a few minor deviations, seven of the manuscripts have these letters in all places, but  $T$  has, respectively,  $I$  (غ)  $V$  (ط)  $K$  (ك)  $Y$  (ي). It is here considered that  $H$   $T$   $K$   $L$  were originally written, because they form a sequence in the letters used for diagrams –  $Y$  (ي) was not always included between  $T$  and  $K$  for this purpose – and it looks as if  $T$  was replacing already used letters by others. Presumably  $K$  remains even in  $T$  because the Arabic alphabet had been exhausted. Cf. the previous note, in which the existence of sequences in the letters was regarded as decisive. We may note that  $T$  and  $K$  have three separate diagrams for Fig. 5.1: for the rule, for the zodiac and its division, and for the zodiac and the fixed stars. In  $K$  the second diagram has an extra graduated semicircle outside  $B\hat{A}D$  and the third is a simplified diagram for the stars *al-nasr al-ṭā'ir* and *yad al-jawzā'*. (In  $K$  there is also a general diagram of the fixed stars on the rete, with star names but no letters.) Thus it is possible that the four letters under discussion referred to a diagram different from that containing the original appearance of these letters.



أربعة عشر جزءاً فنعلم على موضعه من فلك البروج في العنكبوت نقطة  $\bar{K}$   
ونخرج خط  $\bar{H}$  وننفذه إلى حرف الصفيحة ونأخذ بالبركار من المسطرة بقدر  
نصف قطر مدار يد الجوزاء في الجدول وهو سبعة عشر جزءاً وسبع وأربعون 85  
دقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة  $\bar{H}$  ونعلم حيث بلغ الطرف الآخر من خط  
 $\bar{H}$  نقطة  $\bar{L}$  فنقطة  $\bar{L}$  موضع يد الجوزاء في العنكبوت ونستخرج على هذا  
المثال مواضع سائر الكواكب كهيئة ما رسمنا في مثالنا .

[3] فإذا فرغنا من ذلك فإننا نحتاج إلى تخريق الصفيحة لكي لا يبقى  
منها إلا فلك البروج ومواضع الكواكب وما يصل بعض ذلك ببعض إلى 90  
القطب فننظر إلى ما رسمنا من الكواكب الشمالية وهو ما وقع داخل فلك  
البروج فما وجدناه قريباً من مركز الصفيحة أضفناه إلى سطح دائرة صغيرة  
نديرها على مركز الصفيحة كهيئة ما أضفنا كوكب العيوق والنسر الواقع  
والفكة إلى الدائرة الصغيرة في مثالنا وما وجدناه قريباً من فلك البروج  
أضفناه إلى فلك البروج كهيئة ما أضفنا النسر الطائر ورأس الحواء ومنكب 95  
الفرس إلى فلك البروج ثم ننظر إلى ما كان من الكواكب الجنوبية فما قرب  
منها من حرف الصفيحة أضفناه إلى قوس ندعها من حرف الصفيحة فيما بين  
النصف من الدلو إلى النصف من العقرب كهيئة ما أضفنا الشعرى اليمانية

فتنفذه [وتنفذه] 84  $\bar{D}$  [لا] 83 الفلك [فلك] 83 موضع [موضعه] 83  $\bar{T}$  فتعلم [فتعلم] 83  
 $\bar{T}$  [ال] 87 BT الجدول [الجدول] 85  $\bar{D}$  بالمسطرة [من المسطرة] 84 MSS طرف [حرف] 84  $\bar{T}$   
in S. ... البروج 88-96 BS ثم نستخرج [ونستخرج] 87  $\bar{T}$  [ل] 87 BS om. [نقطة ل] 87  
بما [فما] 92 C في آخر [داخل] 91 CD [بعض] 90 S تحريز B, تحريز [تخريق] 89 v. append.  
S وتد corr. ex ورجل [ورأس] 95 B وصفا [أضفنا] 93 CD الدائرة الصغيرة [دائرة صغيرة] 92  $\bar{T}$   
S حروف [حرف] 97 CD add. كان [فما] 96 BS الجوزاء [الحواء] 95

14°. At its position in the zodiac on the rete we mark point  $K''$ . We draw line  $EK''$  and extend it to the edge of the plate. With the compasses we take on the rule [a distance] in the amount of the semidiameter of the course of *yad al-jawzā'* in the table: it is 17°47'. We put one of its ends at point  $E$  and mark point  $L$  where the other end reaches on line  $EK''$ . So point  $L$  is the position of *yad al-jawzā'* on the rete. In this way we obtain the positions of all the stars as described in our example.

[3] When we have finished that, we must perforate the plate so that nothing remains of it except the zodiac, the positions of the stars and what joins them together up to the pole. We look at what we have inscribed of the northern stars, which is what falls inside the zodiac. What we find near the centre of the plate we attach to the surface of a small circle, which we draw about the centre of the plate; for example we attach the star[s] *al-‘ayyūq* [ $\alpha$  Aurigae], *al-nasr al-wāqī'* [ $\alpha$  Lyrae] and *al-fakka* [ $\alpha$  Coronae Borealis] to the small circle in our example<sup>8</sup>. What we find near the zodiac we attach to the zodiac; for example we attach *al-nasr al-ṭā'ir* [ $\alpha$  Aquilae], *ra's al-ḥawwā'* ["the Head of the Snake-Collector",  $\alpha$  Ophiuchi] and *mankib al-faras* ["the Shoulder of the Horse",  $\beta$  Pegasi] to the zodiac. Then we see what there is of the southern stars. What there is of them near the edge of the plate we attach to an arc that we leave from the edge of the plate between the middle of Aquarius to the middle of Scorpius; for example we attach *al-shi'rā al-yamāniya* ["the Southern Sirius",  $\alpha$  Canis Majoris]

<sup>8</sup>In the diagram only pointers for *al-nasr al-wāqī'*, *al-dabarān* and *qalb al-asad* are drawn; and the positions of *al-nasr al-ṭā'ir* and *yad al-jawzā'* are indicated by  $T''$  and  $L''$ . The manuscripts indicate other stars mentioned in the text.

وقلب العقرب إلى القوس التي تلي حرف الصفيحة وما كان قريباً من فلك  
 100 البروج أضفناه إلى قوس أخرى ندعها من الصفيحة فيما بين القوس العظمى  
 وفلك البروج كهية ما أضفنا الدبران ويد الجوزاء والشعرى الشامية وقلب  
 الأسد إلى القوس الصغيرة المعلقة بالقوس العظمى .

فإذا أحكمنا ذلك خرقنا جميع ما في الصفيحة ولم ندع منها شيئاً سوى  
 ما وصفنا وسوى قطر ندعه من الصفيحة ندبر فلك البروج والكواكب ونصلها  
 105 بالقطب ولكي يحسن تقديرنا فيما عملنا ونعمل من الأسطرلاب فلنصف ما  
 يحتاج إلى معرفته من المقادير في هذا الباب وهو أن نعمل عرض حلقة  
 الحجرة بمقدار أربعة أجزاء من أقسام المسطرة ونجعل الثلثين من ذلك مما  
 يلي حرف الحلقة الخارج لأقسام الخمسات والثلث التي تلي الحرف الداخل  
 لأقسام الآحاد ونجعل عرض حلقة فلك البروج بمقدار ثلاثة أجزاء من  
 110 المسطرة من ذلك جزآن مما يلي القطب لأقسام البروج والجزء الباقي مما يلي  
 الحجرة وهو الذي يردناه لأجزاء أقسام البروج ونصف قطر الدائرة التي تلي  
 القطب خمسة أجزاء وعرض القوس العظمى التي تلي حرف الصفيحة جزآن

يد [الدبران ويد 101 supra S التي ندعها S; الصفيحة القوس [قوس أخرى ندعها 100 C أضفناه 100  
 [فإذا 103 S om. [المعلقة بالقوس العظمى 102 S والشامية B, أو الشامية [والشعرى الشامية 101 S  
 lac. S [سوى ما وصفنا وسوى قطر 103-104 CD باقى [ما في 103 C marg. [جميع 103 S وبعد ما  
 BS الأسطرلابات [الأسطرلاب 105 lac. S [لقطب ولكي يحسن 105 DS يدبر, C, يدبر, B, يدبر [يدبر 104  
 marg. [تلي 108 BTS الذى يلي [التي تلي 108 CBDS الخارجة [الخارج 108 S اللذين [الثلثين 107  
 B بركناه [يردناه 111 CD الثانى [الباقي 110 add. T أقسام [من 109 S مقدار [بمقدار 109 C  
 BS العظيم [العظمى 112 T الذى [التي 111

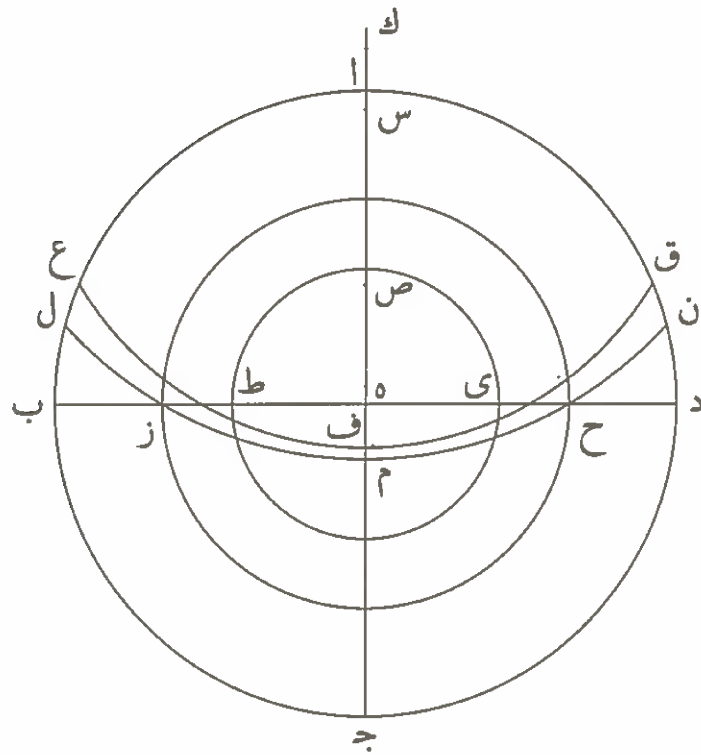
and *qalb al-'aqrab* ["the Heart of the Scorpion", α Scorpii] to the arc that runs along the edge of the plate. What is near the zodiac we attach to another arc of the plate that we leave standing between the greater arc and the zodiac, such as *al-dabarān* [α Tauri], *yad al-jawzā'* [α Orionis], *al-shi'rā al-sha'āmiya* ["the Northern Sirius", α Canis Minoris] and *qalb al-asad* ["the Lion's Heart", α Leonis] [which we attach] to the small arc affixed to the greater arc [along the edge of the rete].

When we have perfected that, we perforate all that is on the plate and we do not leave any of it [standing] except what we have mentioned and except a diameter that we leave of the plate. We arrange the zodiac and the stars and join them to the pole [by the mentioned diameter]. In order that our setting of the quantities in what we have made and shall make of the astrolabe be good, let us describe what quantities must be known in this matter. It is [as follows]: we make the width of the ring of the rim in the quantity of four parts from the divisions of the rule. We assign two thirds of that – along the outer edge of the ring – to the divisions of the fives, and the [remaining] third – along the inner edge – to the division of the units. We make the width of the zodiac ring in the quantity of three parts of the rule – two parts of that near the pole for the divisions of the signs<sup>9</sup> and the remaining part, towards the rim, is what we filed for the degrees of the divisions of the signs. The semidiameter of the circle near the pole is five parts; the width of the greatest arc near the edge of the plate is two parts.

<sup>9</sup> "divisions [أقسام] of the signs": perhaps "divisions between the signs" is meant. "the names [أسماء] of the signs" would be better, but is supported by not a single manuscript.

وعرض القوس الصغرى جزء ونصف وعرض القطر جزء ونصف ونحن  
صفحة العنكبوت مثل نحن صفيحتين من صفائح المقنطرات .

- [4] ونصف بعد فراغنا من العنكبوت كيف نرسم في صفحة 115  
المقنطرات جميع ما يحتاج إلى رسمه فيها من دوائر المقنطرات والسموت  
والساعات وغير ذلك ونجعل ما تبين منه في مثال جامع للموضع الذى عرضه

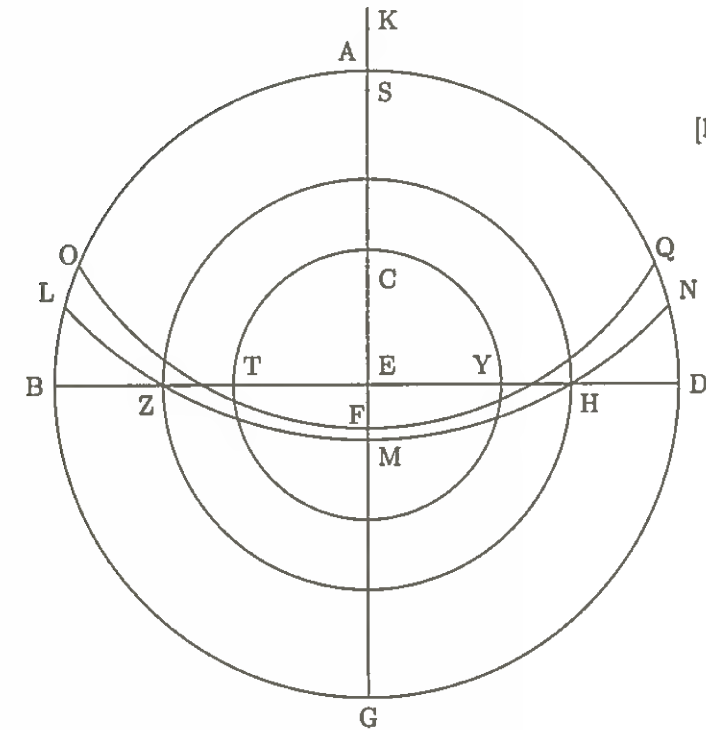


ثلاثون جزءاً فنفرض الصفحة دائرة  $\overline{أبجد}$  ونخرج قطريها يتقاطعان على  
زاوية قائمة على نقطة  $هـ$  ونجعل خط  $\overline{أج}$  خط نصف النهار وخط  $\overline{دب}$  أفق

om. [ وعرض القطر جزء ونصف 113 D بوجه [ جزء 113 T جزء ونصف 113 ] جزء ونصف 113  
BS الصفحة [ صفحة 115 T ما فراغنا [ فراغنا 115 T جزء ونصف 113 CD  
om. C [ خط 119 om. S ... المقنطرات 116

The width of the smaller arc is a part and a half and the width of the diameter is a part and a half. The thickness of the rete plate is equal to the thickness of two of the almucantar plates.

[4] After finishing the rete, we describe how we draw in the almucantar plate all that it is necessary to draw in it of the circles of the almucantars, the azimuths, the hours, etc. We put what is clear of it in a comprehensive example for the place with latitude  $30^\circ$ . We



[Fig. 5.2]

assume the plate as circle  $ABGD$  and we draw its two diameters intersecting at a right angle at point  $E$ . We make line  $AG$  the meridian line and line  $DB$  the horizon

- 120 الفلك المستقيم وكل واحد منهما مساوٍ لنظيره من صفيحة العنكبوت ثم نأخذ  
بالبركار من المسطرة بقدر أجزاء نصف قطر مدار الحمل في الأسطرلاب وهو  
تسعة عشر جزءاً وتسع وثلاثون دقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة هـ وندير  
به دائرة زح فتكون هذه الدائرة لمدار رأس الحمل والميزان ونأخذ أيضاً  
بالبركار بقدر أجزاء نصف قطر مدار السرطان وهو اثنا عشر جزءاً واثنان  
125 وخمسون دقيقة فندير به أيضاً على مركز هـ دائرة طى فتكون هذه الدائرة  
لمدار رأس السرطان وكذلك إذا أردنا أن ندير في الصفيحة مدارات رؤوس  
سائر البروج نظرنا إلى بعد ذلك الجزء من القطب الشمالى وأدخلنا الباقي في  
جدول المدارات فما وجدنا بحيله من أنصاف الأقطار أخذنا بقدر ذلك من  
المسطرة بالبركار فأدرنا به في الصفيحة دائرة لمدار ذلك الجزء وهذه الدوائر في  
130 جميع الصفائح لكل الأقاليم بقدر واحد .

- ثم من بعد ذلك ننظر الإقليم الذى عرضه مثل عرض الصفيحة التى  
نخط فيها فنأخذ منه بعد مركز دائرة الأفق من مركز الصفيحة كمثل ما أخذنا  
في هذا الإقليم المفروض بعد مركز دائرة الأفق وهو أربعة وثلاثون جزءاً  
ودقيقتان فنأخذ بقدر ذلك من المسطرة بالبركار فنضع أحد طرفيه على نقطة  
135 هـ والآخر حيث بلغ من خط هـ فإن وقع خارج الصفيحة زدنا في خط هـ ما

ثم نأخذ B نأخذ 123 ونأخذ BS وندير به 122-123 om. B جزأ 122 منها 120  
S فنديره 125 فنديره CBTDSP ف تد LK واثنان وخمسون 124-125 om. CD قطر 124 S  
وأدرنا فأدرنا 129 marg. B أخذنا 128 om. T الباقي 127 BTS إن إذا 126 BS مركزه 125  
B ودقيقتين 134 marg. D 132 add. T بعدد 132 marg. B 131 نظر S  
134 add. BS على 135 B بالبركار 134 B بعد 134

at *sphaera recta*, each of them equal to its counterpart on the rete plate. Then with the compasses we take on the rule [a distance] in the amount of the parts of the semidiameter of the course of Aries on the astrolabe; it is  $19^{\circ}39'$ . We put one of its ends at point *E* and draw with it circle *ZH*: this circle stands for the course of the beginning of Aries and Libra. We also take with the compasses [a distance] in the amount of the parts of the semidiameter of the course of Cancer; it is  $12^{\circ}52'$ . We also draw with it circle *TY* about centre *E*: this circle stands for the course of the beginning of Cancer. Similarly, when we want to draw in the plate the courses of the beginnings of the other signs, we look at the distance of the [respective] degree from the north pole. With the difference [i.e.  $180^{\circ}$  minus the distance from the north pole] we enter the table of courses: what we find opposite it of the semidiameters – in the amount of that we take [a distance] on the rule with the compasses. With it we draw in the plate a circle for that degree. These circles are of the same size for all plates and for all climates.

Then after that we look at the climate whose latitude is the same as the latitude of the plate on which we are drawing. On it we take the distance of the centre of the horizon circle from the centre of the plate, as, for example, we took in this given climate the distance of the centre of the horizon circle, which is  $34^{\circ}2'$ . With the compasses we take [a distance] of that amount on the rule and put one of its ends at point *E* and the other where it reaches on line *EA*. If it falls outside the plate, we add to line *EA* what



احتجنا إليه كمثّل ما زدنا في مثالنا في خط  $\overline{هـ}$  خط  $\overline{ا}$  فنضع طرف البركار  
على نقطة  $\overline{ك}$  ثم نأخذ أيضاً من المسطرة بالبركار بقدر أجزاء نصف قطر دائرة  
الأفق وهو في هذا الإقليم تسعة وثلثون جزءاً وثمانى عشرة دقيقة فنضع أحد  
طرفيه على نقطة  $\overline{ك}$  وندير به في الصفيحة قوس  $\overline{ل م ن}$  وهى قوس الأفق في  
الصفيحة ولأننا قد فرضنا الصفيحة لسدس الأسطرلاب التامة نأخذ أيضاً من  
140 جدول المقنطرات بعد مركز مقنطرة ستة أجزاء فنجده ثمانية وعشرين جزءاً  
وتسع دقائق فنأخذ بقدر ذلك من المسطرة بالبركار فنضع أحد طرفيه على  
نقطة  $\overline{هـ}$  ونعلم حيث بلغ من خط  $\overline{هـ}$  نقطة  $\overline{س}$  ثم نأخذ أيضاً من المسطرة  
بالبركار بقدر أجزاء نصف قطر هذه المقنطرة وهو اثنان وثلثون جزءاً وتسع  
عشرة دقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة  $\overline{س}$  وندير به في الصفيحة قوس  
145  $\overline{ع ف ق}$  وهى قوس مقنطرة ستة أجزاء وعلى هذا المثال نخط جميع المقنطرات  
إلى أن ننتهى إلى ارتفاع تسعين جزءاً ونأخذ بعد تسعين جزءاً من الجدول  
وهو أحد عشر جزءاً وعشرون دقيقة ونأخذ من المسطرة بالبركار بقدر ذلك  
فنضع أحد طرفي البركار على نقطة  $\overline{هـ}$  ونعلم حيث وقع الطرف الآخر من  
خط  $\overline{هـ}$  نقطة  $\overline{ص}$  وهى موضع سمت الرؤوس في الصفيحة .  
150

دايق [دائرة] 137 *supra* D 137 أيضاً S فيقع B, مفع [فنضع] 136 *om.* CD [في مثالنا] 136  
ونأخذ [نأخذ] 140 B بسدس [لسدس] 140 *om.* BTS 140 قد S ل م ن B, ل م ن [ل م ن] 139 D  
*om.* B 143 أيضاً T وسعلم [ونعلم] 143 BS بعد [بقدر] 142 D مرة [سنة] 141 S فناخذ B,  
S فناخذ B, فناخذ T, فناخذ [ونأخذ] 147 B عو, CD عوق [ع ف ق] 146 *add.* BTS دائرة [قطر] 144  
*add.* CD من الجدول [دقيقة] 148 BS التسعين [تسعين] 147 *om.* D, *margin.* C [فناخذ ... جزءاً] 147  
D بلغ [وقع] 149 T وسعلم [ونعلم] 149 BS بعد [بقدر] 148

we need, e.g. in our example we add line  $AK$  to line  $EA$ . We put the end of the compasses at point  $K$ . Then we also take with the compasses on the rule [a distance] in the amount of the parts of the semidiameter of the horizon circle, which in this climate is  $39^{\circ}18'$ . We put one of its end at point  $K$  and draw with it on the plate arc  $LMN$ ; it is the horizon arc on the plate. Since we have assumed the plate [to be] for the sixth of a complete astrolabe, we also take from the table of almucantars the distance of the centre of the almucantar of  $6^{\circ}$ : we find it [to be]  $28^{\circ}9'$ . With the compasses we take on the rule [a distance] in the amount of that. We put one of its ends at point  $E$  and where [the other end] reaches on line  $EA$  we mark point  $S$ . Then with the compasses we also take on the rule [a distance] in the amount of the parts of the semidiameter of this almucantar; it is  $32^{\circ}19'$ . We put one of its ends at point  $S$  and draw with it on the plate arc  $OFQ$ ; it is the arc of the almucantar of  $6^{\circ}$ . In this way we draw all the almucantars until we arrive at the altitude of  $90^{\circ}$ . We take the distance of  $90^{\circ}$  from the table; it is  $11^{\circ}20'$ . With the compasses we take on the rule [a distance] in the amount of that. We put one of the ends of the compasses at point  $E$  and where the other end falls on line  $EK$  we mark point  $C$ <sup>10</sup>: it is the place of the zenith on the plate.

<sup>10</sup>  $C$ , here translated as "C", is also the *abjad* for 90 in the Eastern Arabic series.

وينبغي أن نمتحن صحة العمل بأن تتقاطع قوس الأفق وخط أفق  
 الفلك المستقيم ودائرة الحمل والميزان على نقطتين في ناحيتي المشرق والمغرب  
 مشتركتين لها جميعاً وأن تكون المقنطرة التي يكون ارتفاعها بقدر أرض البلد  
 تماس أفق الفلك المستقيم على مركز الصفيحة فمتى لم يتفق ما وصفنا فقد  
 دخل العمل زلل .

155

ثم نكتب على كل واحدة من المقنطرات مبلغ بعدها من الأفق في  
 الجهتين جميعاً أعني من المشرق والمغرب مما يلي حرف الصفيحة إلى أن  
 ننتهي بالكتاب من الجهتين إلى الدائرة التي تقع في الصفيحة تامة فيكون  
 كتابنا بعد ذلك على خط نصف النهار واحداً إلى أن ننتهي بعدد التسعين إلى  
 نقطة سمت الرأس أعني نقطة ص كهيئة ما عملنا في مثالنا ونكتب مما يلي  
 الأفق الشرقي المشرق ومما يلي الغربي المغرب فإن كان عملنا لثلث  
 الاسطرلاب التامة أخذنا من المقنطرات بدل الستة الأجزاء ما بحيال ثلاثة  
 أجزاء وإن كان نصفاً فجزئين وإن كانت تامة فما بحيال جزء جزء ونعمل كما  
 عملنا في هذه الصورة .

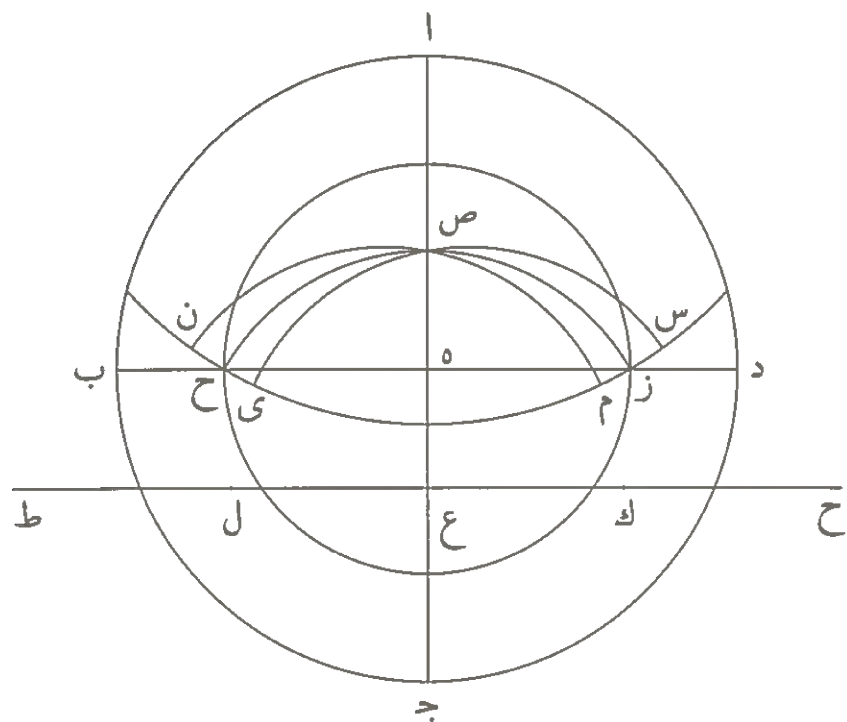
B إلى التي 153 CBDS لها 153 BS ناحيتين 152 D الصفيحة 151 العمل  
 واحد 156 add. S في 155 add. CT ما 154 marg. T; فمتى 153 om. BTS يكون  
 بالكتابة 158 S فيما بين 157 مما يلي 157 om. BS جميعاً 157 CD من 156 في BS  
 الرؤوس T, الرؤوس B, الرأس 160 S إلى بعد B, بعده 159 B واجد 159 S  
 S وان 161 B المغربي 161 TS add. الأفق 161 BS المشرق 161 S  
 162 om. T ما 162 B مقنطرات 162

add. BS تخليط السموت 164 الصورة

We must check the correctness of the work [by verifying] that the horizon arc, the horizon line at *sphaera recta* and the circle of Aries and Libra intersect at two points on the eastern and western sides common to all of them and [that] the almucantar whose altitude is in the amount of the latitude of the locality touches the horizon at *sphaera recta* at the centre of the plate. When what we have described does not fit together, an error has crept into the work.

Then we write on each of the almucantars the amount of its distance from the horizon on both sides, i.e. to the east and west near the edge of the plate, until we end up with writing on both sides at the circle that falls in the plate complete: after that we write [the numbers] near the meridian line [only] once until we end up with the number "90" at the zenith point, i.e. point C, as we do in our example. We write near the eastern horizon "East" and near the western "West". If we are working for a third of the complete astrolabe, we take of the almucantars, instead of 6°, what is opposite 3°; if it is a half-[astrolabe], 2°; and if it is a complete one, what is opposite each single degree. We proceed as we did in this figure.

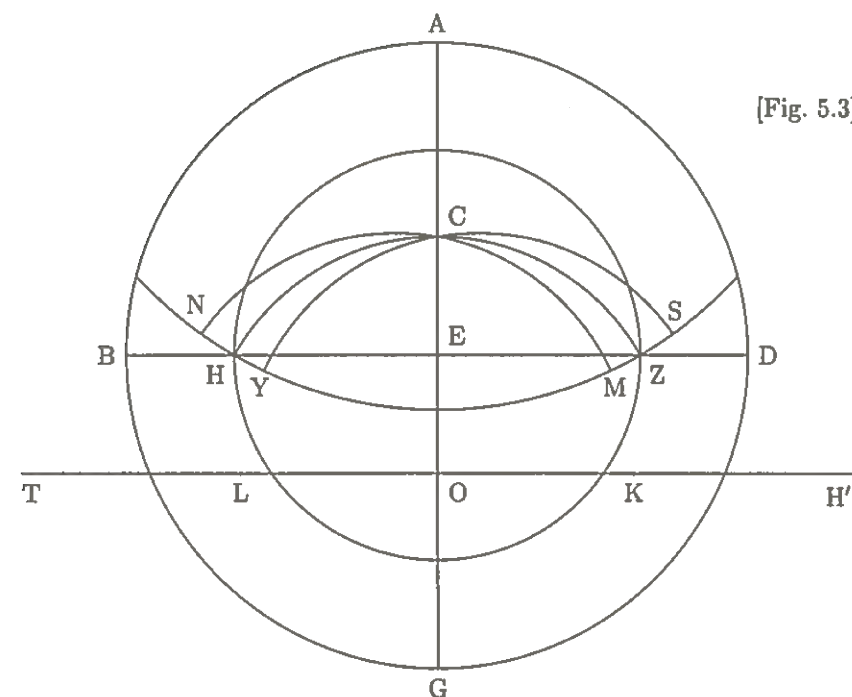
165 [5] وإذا فرغنا من المقنطرات وأردنا أن نخط دوائر السموت فليكن  
ما يرسم منها في سدس الأسطرلاب التامة لعشرة أجزاء عشرة أجزاء وما جاز  
سدس الأسطرلاب من المقادير إلى الأسطرلاب التامة فكل خمسة أجزاء



خمس أجزاء فنأخذ في الإقليم الذي عرضه ثلثون جزءاً ما في السطر الأول  
وهو لسمت الحمل فنجده اثنين وعشرين جزءاً وإحدى وأربعين دقيقة فنأخذ  
170 بقدر ذلك من المسطرة بالبركار فنضع أحد طرفيه على نقطة ص ونعلم حيث

165- T السمت [السموت] 165 BTS تخطيط [أن نخط] 165 BTS فإذا [وإذا] 165  
166- والميزان [الحمل] 169 marg. C, om. S عشرة أجزاء 166 repet. B التامة ... سدس الأسطرلاب 167  
add. S المعلومة في عمل المقنطرات [ص] 170 بعد [بقدر] 170 CD فنجد [فنجد] 169 add. S ونعلم [ونعلم] 170 T

[5] When we have finished the almucantars and we want to draw the azimuth circles, let there be what is drawn of them on a sixth of a complete astrolabe for every 10°, and what exceeds a "sixth" astrolabe of sizes until the complete astrolabe for every 5°. In the climate whose



[Fig. 5.3]

latitude is 30° we take what is in the first line; it is for the azimuth of [the first point of] Aries. We find it to be 22°41'. We take [a distance] in the amount of that on the rule with the compasses and put one of its ends at point C and make a mark where

بلغ الطرف الآخر من خط ص ج نقطة ع فندير على مركز ع وبعده ع ص  
 قوساً لسمت الحمل والميزان تقطع أفق الفلك المستقيم وأفق الإقليم ودائرة  
 الحمل جميعاً على نقطتي ز ح فإن لم يقع كذلك فقد دخل العمل زلل ثم  
 نحيز على نقطة ع في الصفيحة خطاً يوازي خط د ب غير مؤثر في الصفيحة  
 175 عليه ح ط ونأخذ من الجدول ما يقابل عشرة أجزاء من السمت فنجده تسعة  
 عشر جزءاً فنأخذ بقدر ذلك من المسطرة بالبركار فنضع أحد طرفيه على نقطة  
 ع ونعلم حيث بلغ الطرف الآخر من خطي ع ح ع ط في الجهتين نقطتي ك  
 ل ثم نطلب على خط ع ح نقطة إذا ركزنا أحد طرفي البركار عليها أمكننا  
 بفتحنا البركار أن نمر بالطرف الآخر على نقطتي ص ل فإذا وجدناها أثبتنا  
 180 أحد طرفي البركار عليها وأدركنا ببعده نقطة ص قوساً كهية قوس س ص  
 فقوس ح ي من قوس الأفق لسمت عشرة أجزاء من مطلع الحمل إلى ما يلي  
 الشمال وقوس ز س لسمت عشرة أجزاء من مغرب الحمل إلى ما يلي الجنوب  
 ثم نطلب أيضاً من خط ع ط نقطة إذا ركزنا أحد طرفي البركار عليها أمكننا  
 بفتحنا إياه أن نمر بالطرف الآخر على نقطتي ص ك فإذا وجدناها أثبتنا  
 185 أحد طرفي البركار عليها وأدركنا ببعده ص قوساً كهية قوس م ص فنقوس ح ن  
 لسمت عشرة أجزاء من مطلع الحمل إلى ما يلي الجنوب وقوس ز م لسمت

D يقطع [يقع] 173 B قوس [قوساً] 172 S ص, om. B, [ع ص] 171 B عين سمع [ع وبعده] 171  
 بعد [بقدر] 176 D السموت [السمت] 175 CD يوازي [يقابل] 175 CD خط [خطاً] 174 S خط [نخط] 174  
 D من [في] 177 CD ح ط [ع ط] 177 D خط [خطي] 177 om. B [الآخر] 177 B فقنع [فنضع] 176 BS  
 ببعده [ببعده] 180 B نقطة [نقطتي] 179 B بفتح [بفتحنا] 179 C اركرنا [ركزنا] 178 CD ع ح [ع ح] 178  
 om. S [قوس] 181 T شمس, C, س ص [س ص ص] 180 add. S ما عملنا [كهية] 180 add. S من BS;  
 marg. T [أمكننا ... عليها] 183-185 T ع ط [ع ط] 183 B الحوت [الجنوب] 182 T زس [زس] 182  
 S ح ر, B, ح ن [قوس] 185 B قوس [قوس] 185 S م ص, B, م ص [م ص ن] 185 T نقصنا [بفتحنا] 184  
 T مطالع [مطلع] 186

the other end reaches on line *CG*, point *O*. About centre *O* and with distance *OC* we draw an arc for the azimuth of Aries and Libra, cutting the horizon of the *sphaera recta* and the horizon of the climate and the circle of Aries, all of them, at points *Z H*. If it does not fall out like that, an error has crept into the work. Then on the plate we pass through point *O* a line parallel to line *DB*, not incised on the plate, on which are *H' T*<sup>11</sup>. From the table we take what is opposite 10° of azimuth; we find 19°. In that amount we take [a distance] with the compasses on the rule; we put one of its ends at point *O* and where the other end reaches on lines *OH' OT* on both sides we mark points *K L*. Then on line *OH'* we seek a point [such that], when we fix one of the ends of the compasses on it, we can by opening the compasses pass with the other end through points *C L*. When we have found it, we fix one of the ends of the compasses on it and with the distance of point *C* we draw an arc, arc *SCY*: arc *HY* on the horizon arc [stands] for the azimuth of 10° from the rising point of Aries towards the north and arc *ZS* stands for the arc of 10° from the setting point of Aries towards the south. Then we also seek on line *OT* a point [such that], when we fix one of the points of the compasses on it, then, opening it, we can pass with its other end points *C K*. When we have found it, we fix one of the ends of the compasses on it and with distance of *C* draw an arc, arc *MCN*: arc *HN* [stands] for the azimuth of 10° from the rising point of Aries towards the south and arc *ZM* for the azimuth of

<sup>11</sup>The letter *H* is given a dash to distinguish it from the *H* already used.



عشرة أجزاء من مغرب الحمل إلى ما يلي الشمال ثم نأخذ أيضاً من الجدول  
ما بحيال عشرين جزءاً ونعمل به كما عملنا في هذه الدوائر ونعمل كذلك  
لجميع دوائر السموت فإذا انتهينا إلى الدوائر التي تقرب من خط نصف النهار  
190 واحتجنا إلى الزيادة في خط ح ط في الجهتين جميعاً أخرجناه على استقامة  
إلى غير نهاية وطلبنا عليه مواضع المراكز كما عملنا وليكن تخطيطنا لقسي  
السمت على تلك المراكز جميعاً بعيد نقطة ص من غير أن نجوز بالقسي على  
الدائرة الصغيرة التي تلي نقطة ص من دوائر المقنطرات لكي لا تكثر الخطوط  
هنالك فيفسد الموضع وأيضاً فإن الخطوط هناك تتضايق ولا يحتاج إليها ثم  
195 نكتب على كل قوس من قسي السمت مبلغ بعدها من خط نصف النهار في  
قوس الأفق ونبتدئ بالعدد من خط نصف النهار مما يلي الجنوب في الجهتين  
جميعاً إلى أن ننتهي بكل واحد من عدد المائة والثمانين الجزء في الجهتين إلى  
خط نصف النهار مما يلي الشمال .

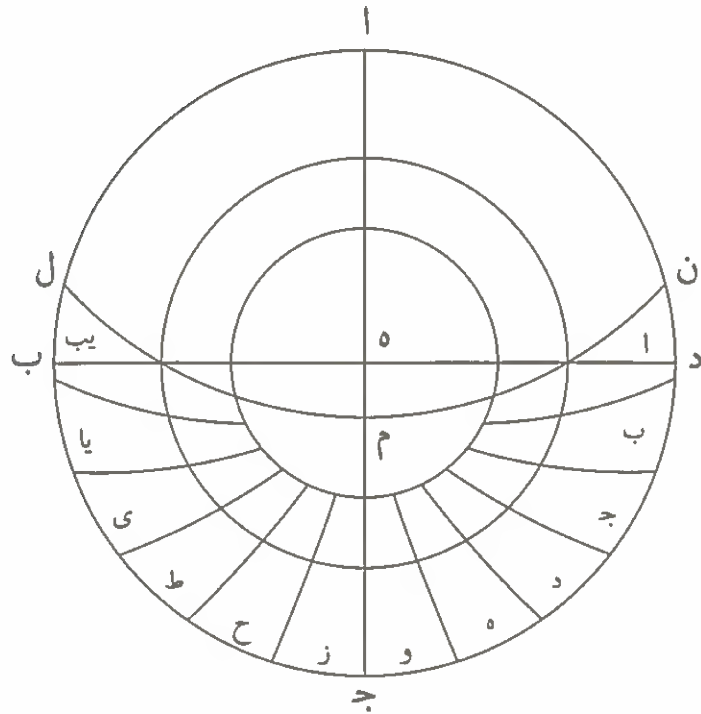
[6] ونصف بعد ذلك كيف تخطيط الساعات المعوجة والمستوية فإذا  
200 أردنا تخطيط الساعات المعوجة فإننا نقسم قوس ل جن من دائرة الجدي  
والقوسين النظيرتين لها من مدار الحمل والسرطان تحت الأرض كل واحدة  
بأثنى عشر قسماً متساوية ثم نطلب موضعاً إذا ركزنا أحد طرفي البركار عليه

D الربع ير [الدوائر 188 D عملنا 188 om. B [به 188 om. S [من الجدول 187  
om. [جميعاً 190 BS احتجنا 190 واحتجنا 190 CD السمت [السموت 189 CD بجميع [جميع 189  
D نكثر TS, يكثر B, نك C, تكثر [تكثر 193 BS عن [على 192 T أخرجنا [أخرجناه 190 BTS  
[الشمال 198 S المدد B, المدد [عدد 197 infra T [إلى 197 om. B [كل 195 BS هنالك [هناك 194  
لحر, [ل جن 200 CD إذا [إذا 199 om. BS [ونصف بعد ذلك كيف 199 add. TS وهذه صورته  
T واحد [واحدة 201 T النظيرين [النظيرتين 201 S ب حر supra B,

10° from the setting point of Aries towards the north. Then in the table we also take what is opposite 20° and with it we do as we did with these circles. We do the same for all the azimuth circles. When we end up at the circles that are near the meridian line and we need more [an addition] in line  $H'T$  on both sides, we extend it in a straight line infinitely. On it we seek the positions of the centres as we have done. Our drawing of the azimuth arcs about all those centres should be in the distance of point  $C$  without our passing with the arcs through the small circle from [among] the almucantar circles that is near point  $C$ , so that the lines do not become too dense there and the place become confused. Also, the lines there become very close to each other and are not needed. Then we write on each of the azimuth arcs the amount of its distance from the meridian line on the horizon arc. We begin the counting at the meridian line towards the south in both directions until we reach with the countings of 180° each in both directions at the meridian line towards the north.

[6] After that we shall describe how to draw the unequal [*mu'wajja*] and the equal [*mustawiya*] hours. When we want to draw the unequal hours, we divide arc  $LGN$  of the circle of Capricorn and the two arcs corresponding to it on the course of Aries and Cancer below the Earth, each of them into twelve equal parts. Then we seek a place [such that], when we fix one of the ends of the compasses on it,

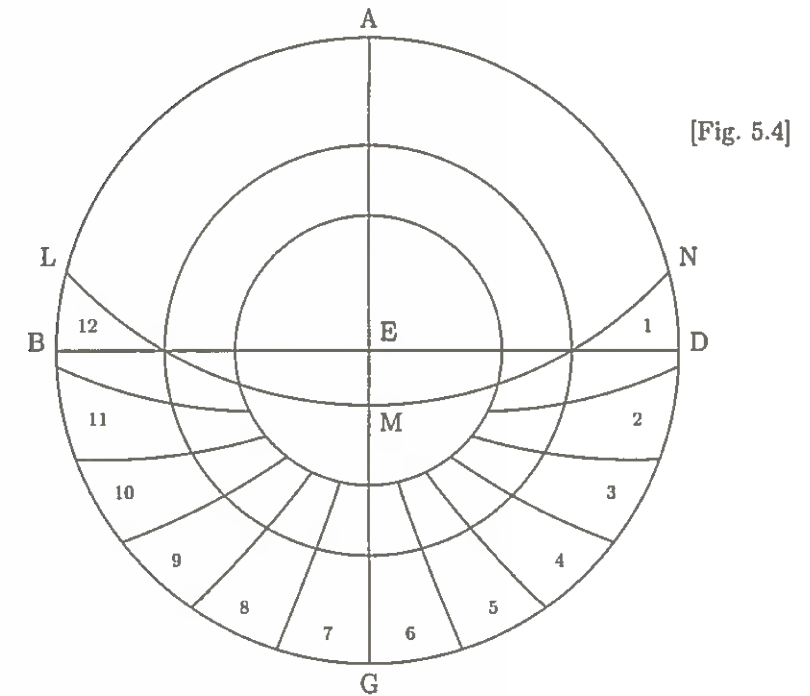
أمكنتنا بفتحنا إياه أن نمر بالطرف الآخر على الثلاثة الأقسام الأوائل من الدوائر مما يلي المغرب فإذا وجدنا ذلك الموضع أدركنا عليه قوساً تجوز على



الثلث النقط فيما بين مدار الجدى والسرطان ثم نعمل كذلك بسائر الأقسام 205 حتى نصل بين كل نقطة من نقط أقسام قوس الجدى ونظيرتها من قوسى الحمل والسرطان فإذا فرغنا من ذلك كتبنا على القوس الأولى مما يلي المغرب ساعة وعلى التي تليها ساعتين ثم نكتب كذلك على ما يتلو إلى أن ننتهى

سائر [بساتر] 205 ما [فيما] 205 س قوس [in corr. ex] قوساً 204 CD بفتح [بفتحنا] 203  
B add. S واحدة [ساعة] 208 BS قوس [قوسى] 206 om. CD [قوس] 206 S نقاط [نقط] 206  
B انتهاء عدد [أن ننتهى بعدد] 208 CD ونكتب [ثم نكتب] 208

we can by opening it pass with the other end at the three first divisions of the circles near the west. When we have found this place, we draw about it an arc passing through the three points between the course[s]



of Capricorn and Cancer. Then we do the same with the other divisions until we join between each of the points of the divisions of the arc of Capricorn and their counterparts on the arcs of Aries and Cancer. When we have done that, we write on the first arc near the west point “one hour” and on the next following “two hours”; then we write in the same way further on until we end up

بعدد الاثنتى عشرة ساعة إلى قوس الأفق مما يلي المشرق كهيئة ما عملنا في  
هذه الصورة .

210

[7] فإذا أردنا تخطيط الساعات المستوية فإننا نعيد مثال الصفيحة في  
صورة أخرى ونعيد مدارات السرطان والحمل والجدي ودائرة الأفق وخطوط  
الساعات المعوجة ثم نقسم قوس لجن التي من مدار الجدي بعدد ساعات  
نهار السرطان وهي في هذا الإقليم المفروض بالتقريب أربع عشرة ساعة  
ونقسم قوس كس ع التي من مدار السرطان بعدد ساعات الجدي وهي عشر  
ساعات وتكون أقسام قوس ح ط ي كهيئتها اثني عشر قسماً لأن عدد ساعات  
الحمل المعوجة مثل المستوية ثم نبتدئ من ناحية المغرب بالثلاثة الأقسام  
الأوائل فنخط عليها قوساً على جهة ما بينا في قس الساعات المعوجة كهيئة  
قوس ف ص ثم على الثلث النقط التي تليها حتى تنتهي بالساعة العاشرة إلى  
النقطة التي تتقاطع عليها قوس الأفق ومدار السرطان وهي نقطة ك فإذا  
فعلنا ذلك ألزمتنا صفيحة العنكبوت صفيحة المقنطرات واستخرجنا منها الجزء  
الذي تكون ساعات ليله المستوية إحدى عشرة ساعة في الإقليم وأدرنا تلك  
الدرجة حتى نضعها على قوس الأفق مما يلي المشرق فتقع فيما بين نقطتي

220

مدار [مدارات 212 BD فان | فإذا add. BS 211 وبالله التوفيق | الصورة 210 S om. S 210 الساعة | ساعة 209  
[التي من 215 tr. BTS | بالتقريب 214 om. CD | التي 213 S لجر B, لجر | لجن 213 CD  
S حط | ح ط ي 216 add. B من | وتكون 216 CD وهو | وهي 215 T التي هي CD الذي هو  
CD من | في 218 illeg. B | على 218 T الأولى | الأوائل 218 om. D | ثم ... الأوائل 217-218  
S منه | منها 221 S الأسطرلاب | المقنطرات 221 seq. ras. D | السرطان 220 om. D | قوس 219  
222 ساعة | om. BS

210 الصورة in C sunt duae figurae, quarum prima appellata والسمت وتخطيط المقنطرات

(etiam in D) تخطيط الساعات المعوجة في كل الصفائح

211 ante الساعات المستوية add. BS

with the number of twelve hours at the horizon arc near the east point,  
as we do in the following diagram.

[7] When we want to draw the equal hours, we draw the same  
plate again. We draw again the courses of Cancer, Aries and Capricorn,  
the horizon circle and the lines of the unequal hours. Then we divide arc  
LGN, on the course of Capricorn, by the number of the hours of the day  
hours of Cancer, which are in this given climate approximately fourteen  
hours. We divide arc KSO, which belongs to the course of Cancer, by  
the number of hours of Capricorn, which are ten. The divisions of arc  
HTY are similar to them, twelve divisions, because the number of the  
unequal hours of Aries is as the equal [hours]. Then we begin from the  
western side with the three first divisions: we draw on them an arc,  
just as we showed in the arcs of the unequal hours, like arc FC; then  
on the three points that are near them, [i.e. the next three divisions,]  
until we end up at the tenth hour at the point on which the horizon arc  
intersects the course of Cancer, which is point K. When we have done  
that, we fit the rete plate onto the almucantar plate. From it we obtain  
the degree whose equal night hours are eleven hours in the climate. We  
rotate that degree until we place it on the horizon arc near the east: it  
falls between points

لَحَ عَلَى نَقْطَةِ قَ فَنَدِيرَ عَلَى نَقْطَةِ قَ وَالنَّقْطَتَيْنِ الظَّاهِرَتَيْنِ لَهَا مِنْ دَائِرَتِي  
الْحَمْلِ وَالْحَدَى قَوْسًا كَهَيْئَةِ قَوْسٍ قَرَّ فَتَكُونُ هَذِهِ الْقَوْسُ لِاحْدَى عَشْرَةَ 225



لاثنى عشرة ساعة ثم نخط أيضاً على نقطة ض والنقطة الباقية من مدار  
الجدي قوساً كمثلاً ما عملنا فتكون لثلاث عشرة ساعة وتكون نقطة ل لتنام  
الأربع عشرة ساعة وكذلك إن كانت الساعات أكثر من أربع عشرة إلى ما  
بلغت عملنا بها كمثلاً ما عملنا حتى نخط جميع الساعات الصحيحة مما يلي  
المغرب ويبقى كسر إن كان فيها مما يلي المشرق ونكتب عليها العدد مما يلي  
235 المغرب حتى ننتهي بآخر الأعداد إلى الأفق الشرق كهيئة ما عملنا في  
هذه الصورة .

#### [8] عمل الظل

ونصف بعد ذلك كيف نرسم الظل في الأسطرلاب ونكتفى بأن نرسم فيه ما  
بين ظل ارتفاع خمسة عشر جزءاً إلى تسعين جزءاً فأما ظل ما دون الخمسة  
240 عشر الجزء من الارتفاع فإنه تكثر وتنضايق فيه الخطوط فنجعل ذلك في  
مثال دائرة أ ب ج د وتوهمها دائرة ظهر الأسطرلاب ونخرج قطريها يتقاطعان  
على زاوية قائمة على نقطة ه ونجعل نقطة ه مسامته لنقطة القطب في  
باطن الأسطرلاب لكي لا يكون في ذلك زلل وندير في دائرة أ ب ج د دائرتين  
أخرين كهيئة ما عملنا في فلك البروج لأقسام الخمسات وأقسام الآحاد  
245 ونجعل موضع العلاقة نقطة أ ونقسم قوس أ ب بتسعين جزءاً متساوية

ساعة [عشرة 233 T التمام [ل لتنام 232 B 232 كما [عملنا 232 B كما [عملنا 232 BS الثانية [الباقية 231  
بأجزاء [بآخر 236 T om. T 235 فيما [فيها 235 S الغرب [المغرب 235 T add. T 237 هذه [om. CD 238 عمل الظل 238 add. CD 237 الخطوط المستوية [الصورة 237 om. CD 239 فيه [في 239 T  
كل [ظل 240 BS 240 [جزءاً 240 B, om. D 240 كل [ظل 240 B منه [في 239 T  
om. BS [ونخرج 242 B [أ ب ج د 242 T om. T 242 مثال [مثال 242 B repet. B 241 ذلك [om. CD 240 [ما 240  
illeg. B 246 أ [illeg. B 245 ل أقسام 245 CD آخرين [آخرين 245 S زوايا [زاوية 243

for 12 hours. Then through point  $\mathcal{L}$  and the remaining [division-]point of the course of Capricorn we also draw an arc, as we did [before]: it will stand for 13 hours. Point  $L$  stands for the completion of 14 hours. Similarly if the hours are more than 14, to whatever they reach, we do with them just as we did [before], i.e. we draw all the full [*ṣaḥīḥa*] hours on the western side; there remains a fraction, if it is in them, on the eastern side. We write on them the number[s] near the west until we end up with the last of the numbers at the eastern horizon, as we have done in this figure.

#### [8] The construction of the shadow

After that we shall describe how we draw the shadow on the astrolabe. We restrict ourselves to drawing in it what is between the shadow of the altitude of  $15^\circ$  to  $90^\circ$ . As for the shadow of what is less than  $15^\circ$  of altitude, the lines become more numerous and closer to each other. We put that in the example of circle  $ABGD$  and we imagine it as the circle of the back of the astrolabe. We draw its two diameters intersecting at a right angle at point  $E$ . We make point  $E$  correspond to the point of the pole in the *mater* [*bāṭin*] of the astrolabe, so that no error occurs in that. In circle  $ABGD$  we draw two other circles, just as we did in the zodiac for the divisions of the fives and the divisions of the ones. We make the place of the suspension point  $A$ . We divide arc  $AB$  into 90 equal degrees



أقسام خط ح ط قريباً من خمسة وأربعين جزءاً ثم نضع المسطرة على نقطة هـ  
 255 وعلى خمسة أجزاء من خط ط ح مما يلي نقطة ط ونعلم حيث تقطع  
 المسطرة الدائرة العظمى نقطة ك ثم نضع المسطرة أيضاً على نقطة هـ وعلى  
 عشرة أجزاء من خط ح ط ونعلم حيث تقطع المسطرة الدائرة العظمى نقطة  
 ل ثم نفعل كذلك بالخمسات من العدد كلها فتقع لنا على قوس ج ح تسعة  
 أقسام فنرسم عليها العدد من نقطة جـ إلى ما يتلو نحو نقطة ح ثم نضع  
 260 المسطرة أيضاً على نقطة هـ وعلى جزء واحد مما يلي نقطة ط ونعلم حيث  
 تقطع المسطرة الدائرة الصغرى نقطة م ثم نعمل كذلك بسائر الأقسام للآحاد  
 قسماً قسماً حتى نأتي على جميع الأجزاء .

#### [9] عمل ظل العود

ونصف لتمام العمل كيف نرسم في الأسطرلاب الخط الذي به يعرف الوقت  
 265 الذي يزيد فيه ظل العود على مقدار ظله نصف النهار بمثل طول العود  
 وذلك سهل لما عملنا من الظل فنخط في مثال الأسطرلاب فيما بين خطي  
 الساعة الثامنة والساعة العاشرة من الساعات المعوجة قسماً من مدارات

بالحساب [بالخمسات 258 om. D ذلك 258 كذلك 258 marg. T ل... ل 258-259 B هـ ط 255  
 illeg. 259 نضع 259 CD من [نحو 259 B اجزا] أقسام 259 marg. D تسعة... جـ 258-259 B  
 BS سائر [بسائر 261 T BS, هـ ح 261 م] add. CD نقطة [تقطع 261 tr. B المسطرة أيضاً 260 B  
 om. T عمل ظل العود 263 S الجميع من [جميع 262 om. T على 262 BS الآحاد] للآحاد 261  
 ومثل CBD, مثل [بمثل 265 add. S في [ظله 265 D اتمام] لتمام 264 om. S ونصف لتمام العود 264  
 D يلي [بين 266 T بما 266 B شهل] سهل 266 T

وهذا add. T, كما بينا في هذه الصورة add. B, إن شاء الله عز وجل وهذه الصورة وبالله التوفيق [الأجزاء 262  
 add. S صورة ذلك وبالله التوفيق

add. S في نصف النهار والمصر [العود 263

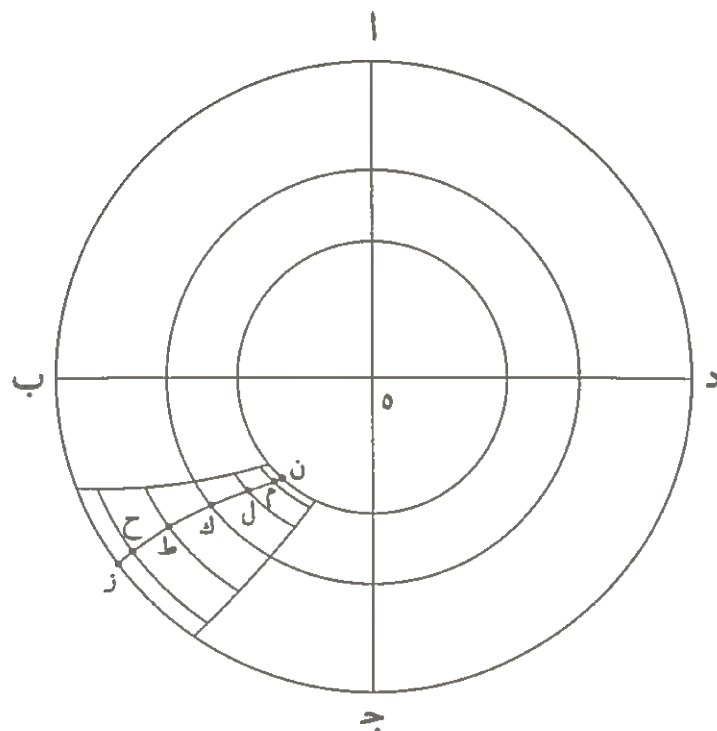
the parts of line  $HT$  is near to 45 parts. Then we put the rule on point  $E$  and at 5 parts [*juz*] of line  $TH$  near point  $T$ , and where the rule cuts the greatest circle we mark point  $K$ . Then we put the rule also on point  $E$  and on 10 parts of line  $HT$  and where the rule cuts the great circle we mark point  $L$ . Then we do the same with all the fives of the total number[s]: on arc  $GH$  there fall for us 9 divisions [*qism*]. We write on them the numbering from point  $G$  successively towards point  $H$ . When we put the rule again on point  $E$  and on  $1^p$ , near point  $T$ , and where the rule cuts the smallest circle we mark point  $M$ . Then we do the same with the remaining divisions of the units, division by division, until we have completed all the degrees.

#### [9] Construction of the shadow of the gnomon [*al-'ūd*]<sup>15</sup>

To complete the work, we describe how we draw in the astrolabe the line by which is determined the time at which the shadow of the gnomon exceeds the quantity of its shadow at midday by the equal of the length of the gnomon; and that is easy because of what we have constructed of the shadow. In the model [*mithāl*] of the astrolabe, between the lines of the eighth hour and the tenth hour of the unequal hours we draw arcs of the courses of

<sup>15</sup> "at midday and afternoon [*al-'aṣr*] add. S.

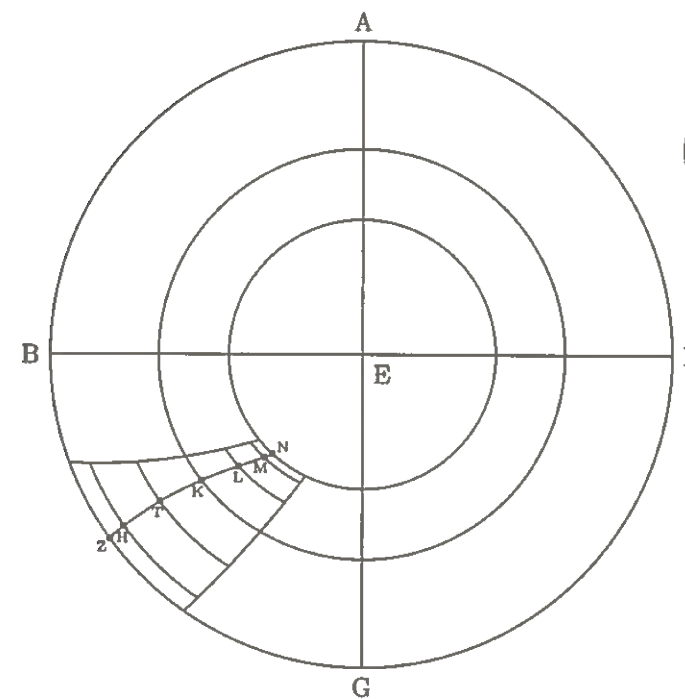
رؤوس البروج غير مؤثرة في الصفيحة كهيئة ما رسمنا في هذه الصورة  
ونأخذ ارتفاع نصف نهار السرطان في هذا الإقليم المفروض فنجد ثلثة



وثمانين جزءاً ونصف جزء بالتقريب ونجد ظل ذلك الارتفاع جزءاً وثلث جزء 270  
فنزيد عليه مثل طول العود وهو اثنا عشر جزءاً فيبلغ ثلثة عشر جزءاً وثلث  
جزء فنحولها من الظل إلى الارتفاع فيخرج لنا اثنان وأربعون جزءاً فنضع  
رأس السرطان في فلك البروج على ارتفاع اثنين وأربعين جزءاً في صفيحة

T النهار | نهار 269 S أول جزء من | نصف نهار 269 marg. B كهيئة 268 BS مؤثر | مؤثرة 268  
CD ظل | طول 271 om. BTS الارتفاع 270 CD وثلث وربع | ونصف جزء 270  
BS من | في 273 in corr. S فنضع 272 om. S إلى 272 CD في | من 272

the beginnings of the signs, not incised, in the plate, as drawn in this figure. We take the midday altitude of Cancer in this given climate:



[Fig. 5.7]

we find it 83 and a half degrees approximately. We find the shadow of that altitude to be a part and a third. We add to it the equal of the length of the gnomon, which is 12 parts. So it reaches 13 and a third parts. We transform them from shadow to altitude: there emerges for us 42°. We put the beginning of Cancer, in the zodiac, at the altitude of 42° on the almucantar



المقنطرات مما يلي المغرب ونعلم حيث وقع رأس الجدى <من> مدار الجدى  
 275 نقطة ز ثم نستخرج أيضاً ظل نصف نهار أول الأسد ونعمل به كما عملنا  
 بأول السرطان حتى نعرف ارتفاع الشمس في ذلك الوقت مما يلي المغرب  
 فنضع أول الأسد على مثل ذلك الارتفاع وننظر إلى نظير الجزء وهو أول  
 الدلو أين وقع من مدار أول الدلو فنعلم هناك نقطة ح ثم نعمل كذلك  
 بسائر رؤوس البروج حتى نستخرج جميع العلامات كهيئة ما استخرجنا في  
 280 هذه الصورة نقط ز ح ط ك ل م ن ثم نصل بينها جميعاً بقسي متشابهة  
 بالتقريب فيكون نظير درجة الشمس متى وقع على هذا الخط فهو الوقت  
 الذى يزيد فيه الظل اثني عشر إصباعاً على ظل نصف النهار .

[10] فأما الوقت الذى يحّد به ابتداء ضياء الفجر وانقضاء ضياء  
 الشفق اللذين يكونان من عكس كرة الأرض لضوء الشمس فليس مما يحتاج  
 إلى رسمه إذ كان وقتاً واحداً في جميع الأقاليم وفي كل أوقات السنة وقد  
 285 يمكن أن تتغير أوقاته بتغير الهواء ويزيادة ضوء القمر ونقصانه في ذلك  
 الوقت فأما على الاعتدال بالتقريب فإنه يكون إذا كان بعد ما بين الشمس  
 ودائرة الأفق سبعة عشر جزءاً من الدائرة العظيمة المخطوطة على الشمس

S لأول BT, الأول om. CD [أول 275 om. CD الجدى 274 T يقطع CBDSLKP قطع [وقع 274  
 B, هنالك 278 MSS قطع [وقع 278 om. KP [أين ... الدلو 278 add. BTS من [ذلك 277  
 L: بينها 280 B نقطه [نقط 280 om. B [هذه 280 BS سائر [سائر 279 S ذلك corr. ez هنالك  
 add. وقت الفجر; add. CD وهذه صورة ذلك [النهار 282 om. BS [ظل 282 CBTDSKP بينها  
 الشمس الذى يكون [الشفق اللذين يكونان 284 BS فيه [به 283 BS نجد T, نجد [يحدّ 283 B  
 add. et del. C الفلك [كرة 284 CD عكس [عكس 284 marg. S يلون S الشمس الذى بطول B  
 [وقد يمكن 285-286 T مقداره [وقتاً 285 B إذا [إذ 285 S فالطريق في [فليس مما يحتاج إلى 284-285  
 B دائرة [ودائرة 288 T اد [إذا 287 S الشمس B الشهر [القمر 286 S بتغير [بتغير 286 S من غير  
 B المحروطة [المخطوطة 288

plate near the west. Where the beginning of Capricorn falls on the course of Capricorn we mark point Z. Then we also obtain the midday shadow of the beginning of Leo; we proceed with it as we proceeded with the beginning of Cancer, in order to determine the altitude of the Sun at that time towards the west. We put the beginning of Leo on the equal of that altitude; we look at where the opposite of the degree, which is the beginning of Aquarius, falls on the course of the beginning of Aquarius: there we mark point H. Then we do similarly with the beginnings of the other signs until we have obtained all the marks [i.e. points], as in this figure points Z H T K L M N. Then we join them together with approximately similar arcs. When, therefore, the opposite of the degree of the Sun falls on this line, it is the time at which the shadow exceeds the midday shadow by twelve digits [iṣbaʿ].

[10] As for the time at which the beginning of the light of dawn and the ending of the light of dusk are fixed, which are from the reflex by the Earth's sphere of the light of the Sun, it is not necessary to draw it, since it is the same time in all climates and at all times of the year. Its times may change with the change of atmosphere and with the increase or decrease of the light of the Moon at that time. As for [the situation] approximately at the equinox, it occurs when the distance between the Sun and the horizon circle is 17° on the great circle drawn through the Sun

وعلى نقطة سمت الرؤوس ومن بعد فراغنا مما وصفنا نعمل عضادة  
الأسطلاب واللبنتين والقطب والفرس على ما لم نزل تعمل عليه .

290

### النوع السادس

#### في صفة تخطيط الأسطلاب الجنوبية

أما ما عمل عليه الأولون من هيئة الأسطلاب على جهة القطب الشمالي  
للعة التي قدمناها فهو ما قد وصفنا وقد يجب لتتمام العمل بما قدمنا من  
العة أن نصف كيف نعمل الأسطراب على جهة القطب الجنوبي .

5

فلنصف أولاً بصفة جامعة فرق ما بين الجهتين وذلك مما لا يحتاج في  
تبيينه إلى كثير من القول فمن ذلك أن فلك البروج يتشكل في الأسطراب  
الجنوبية كهيئته في الأسطراب الشمالية أعني في بعد مركزه ومقدار قطره  
وأجزاء قسمته إلا أن موضع كل برج في الأسطراب الجنوبية يقع بموقع  
نظيره في الشمالية فيقع النصف الشمالي في مكان الجنوبي والجنوبي في مكان  
الشمالي لأن نسبة ميل كل جزء من أجزاء نصف فلك البروج الشمالي إلى  
بعده من القطب الشمالي كنسبة ميل نظيره من أجزاء نصف فلك البروج  
الجنوبي إلى بعده من القطب الجنوبي .

CD قبل [ عليه 290 om. BTS 290 والفرس 290 C, lac. D 290 واللبنتين 290 BS الرأس [ الرؤوس 289  
om. CD [ صفة 2 add. S 2 والله أعلم, add. T, إن شاء الله العزيز, add. B, إن شاء الله عز وجل; B من قبل  
S قدر ما [ ما قد 4 add. D 4 على [ فهو 4 om. BTS 4 على [ عليه 3 T على جهة القطب الجنوبي [ الجنوبية 2  
om. [ في 8 BS يعني [ أعني 8 CTD أكثر [ كثير 7 T ثلثه [ تبيينه 7 T ولأنه, BS, ولا [ وقد 4  
supra T [ ميل 11 B نسبته [ نسبة 11 CTD بمكان [ في 10 CTD بمكان [ في 10 S 10  
B ومن [ من 12

and through the zenith point. After we have finished what we have described we make the alidade of the astrolabe, the two sights [*libnatān*], the pin [*quṭb*] and the "horse" as they have always been made.

### Chapter 6

#### On how to delineate the southern astrolabe

As for how the Ancients made the astrolabe with respect to the north pole according to the argument that we have given, it is what we have already described. It may be necessary, for the completion of the work with the argument that we have presented, to describe how to make the astrolabe with respect to the south pole.

Let us first describe in a comprehensive way the distinction between the two types; that is what does not need many words in its explanation. To that belongs that the zodiac is formed in the southern astrolabe like that in the northern astrolabe – i.e. in the distance of its centre, the size of its diameter and the degrees of its division – except that the place of each sign in the southern falls at the place of its opposite in the northern; so the northern half takes the place of the southern and the southern takes the place of the northern, because the ratio of the declination of each of the degrees of the northern half of the zodiac to its distance from the north pole is as the ratio of the declination of its opposite from [among] the degrees of the southern half of the zodiac to its distance from the south pole.

وأما الكواكب الثابتة فإن الأجزاء التي تمر معها في خط وسط السماء  
 واحدة في الجهتين جميعاً وأما أنصاف أقطار مداراتها فمختلفة فتستعمل في 15  
 الأسطرلاب الجنوبية أبعادها من القطب الجنوبي حتى تخرج لنا أنصاف  
 أقطارها فيها كما سنين بعد هذا الكلام وإن ما يقع في الأسطرلاب الجنوبية  
 من الكواكب ما كان مداره فيما بين القطب الجنوبي ومدار رأس السرطان كما  
 أن ما يقع في الأسطرلاب الشمالية منها ما كان مداره فيما بين القطب  
 الشمالي ومدار رأس الجدى إلا أن يزداد في مقدار صفيحة الأسطرلاب 20  
 فيجاريها مدار رأس الجدى في الشمالية أو مدار رأس السرطان في الجنوبية .

وأما دوائر مقنطرات الارتفاع فإن مراكزها تقع فيها على خط نصف  
 النهار في الجهتين جميعاً أعنى جهتي الشمال والجنوب فأما دوائر الآفاق في  
 الأقاليم الشمالية فإن أنصاف أقطارها متساوية في جميع الأقاليم على ما كان  
 من الدوائر العظام في كرة الفلك فإن مقداره في الأسطرلاب الجنوبية مساوٍ 25  
 لمقداره في الشمالية إلا أن دوائر الآفاق في الجنوبية تقع مراكزها على خط  
 نصف النهار مما يلي الشمال وأما سائر المقنطرات فمخالفة لمقاديرها في  
 الأسطرلاب الشمالية إلا أن ما كان منها فيما بين دائرة الأفق إلى المقنطرة  
 التي ارتفاعها بقدر عرض الإقليم فإن مراكزها تقع على خط نصف النهار مما

مستعمل [فتستعمل] 15 CD om. [أقطار] 15 BS واحد [واحدة] 15 S الذى [التي] 14 BS فأما [وأما] 14  
 ( إلا أن يزداد 20 B إلى [إلا] 20 S om. [الجنوبية] ... القطب 17-19 BS وأما [وإن] 17 T يستعمل S,  
 B, محاذها [فيجاريها] 21 S add. [الجنوبي] الأسطرلاب 20 BS مدار [مقدار] 20 S إلى ما يزداد  
 وفى [فى] 23 BS الجدى [السرطان] 21 T ومدار [أو مدار] 21 CD مقدار [مدار] 21 S محاذها  
 CD مخالفة [فمخالفة] 27 S مداره [مقداره] 25 T لأن كل [على] 24 CD مساوية [متساوية] 24 B  
 BS مركزها [مراكزها] 29 S الأقاليم [الإقليم] 29

As for the fixed stars, the degrees with which they pass at the meridian line are the same in both types. The semidiameters of their courses are different: in the southern astrolabe their distances from the south pole are applied so that their semidiameters in it emerge for us, as we shall show after this discussion. The stars that occur on the southern astrolabe are those whose courses are between the south pole and the course of the beginning of Cancer, just as those of them that occur on the northern astrolabe are those whose courses are between the north pole and the course of the beginning of Capricorn. And [even] when the size of the astrolabe plate is increased, the course of the beginning of Capricorn in the northern [astrolabe] or the course of the beginning of Cancer in the southern runs along it [sc. the rim of the plate].

As for the circles of the altitude almucantars, their centres fall in it [sc. the southern astrolabe] on the meridian line on both sides, i.e. the northern and southern sides. As for the horizon circles in the northern climates, their semidiameters are equal [to those in the northern astrolabe] in all the climates, as is the case with the great circles in the sphere of the heavens: its [i.e. the horizon circle's] size in the southern astrolabe is equal to its size in the northern. But the centres of the the horizon circles in the southern [astrolabe] fall on the meridian line towards the north. The almucantars are all different from their sizes on the northern astrolabe. The centres of those of them that are between the horizon circle and the almucantar whose altitude is in the quantity of the latitude of the climate fall on the meridian line towards

30 يلى الشمال والمقنطرة الواحدة التى ارتفاعها مساوٍ لعرض الإقليم تقع على خط مستقيم وباقي المقنطرات إلى ارتفاع تسعين جزءاً تقع مراكزها على خط نصف النهار مما يلى الجنوب .

وأما دوائر السموت فإنها جميعاً من الدوائر العظام ومقاديرها فى الأسطرلاب الشمالى والجنوبى جميعاً واحدة إلا أن الخط الذى تقع عليه مراكزها فى الأسطرلاب الجنوبية يقطع خط نصف النهار مما يلى الجنوب 35 وبعده من نقطة سمت الرأس فيها كبعده منها فى الأسطرلاب الشمالية فإذا كان عرض الإقليم أقل من جملة الميل وقعت نقطة سمت الرأس داخلية فى مدار السرطان وإن كان أكثر منه وقعت خارجة عن مداره وسنبين ذلك كله فيما يتلو هذا الموضع .

40 [1] فنفرض صفيحة العنكبوت دائرة أبجد ومركزها نقطة ه ونخرج قطريها يتقاطعان على زاوية قائمة وخط أج خط نصف النهار وخط دب أفق الفلك المستقيم ثم نرسم فيها فلك البروج ونقسمه كهية ما قسمناه فى الأسطرلاب الشمالية ثم نكتب على الأقسام أسماء البروج ونبتدئ بالحمل من الموضع الذى أثبتنا فيه الميزان فى الأسطرلاب الشمالية ونتبعه بسائر البروج فيقع رأس السرطان فى هذه الصورة موقع رأس الجدى فى الصورة 45

T الشمالية والجنوبية [الشمالى والجنوبى] 34 BS باقى [ارتفاع] 31 T خطاً مستقيماً [على خط مستقيم] 30-31 CD, om. عرض [عرض الإقليم] 37 S وإذا [فإذا] 37 T الرأس [الرؤوس] 36 S يقع على B, تقع [يقطع] 35 ( marg. ) وإن ... مداره 38 C فإن [وإن] 38 BTS الجدى [السرطان] 38 T الرأس [الرؤوس] 37 BS C يتلو [يتلو] 39 C BTS; seq. lac. مدار الجدى [مداره] 38 B أكبر [أكبر] 38 T (مداره pro مدار الجدى) T رسمناه وقسمناه BS رسمناه وقسمناه [رسمناه] 42 T زاوية [زاوية] 41 BS هذه المواضع [هذا الموضع] 39 BS الشمالية [أسماء] 43

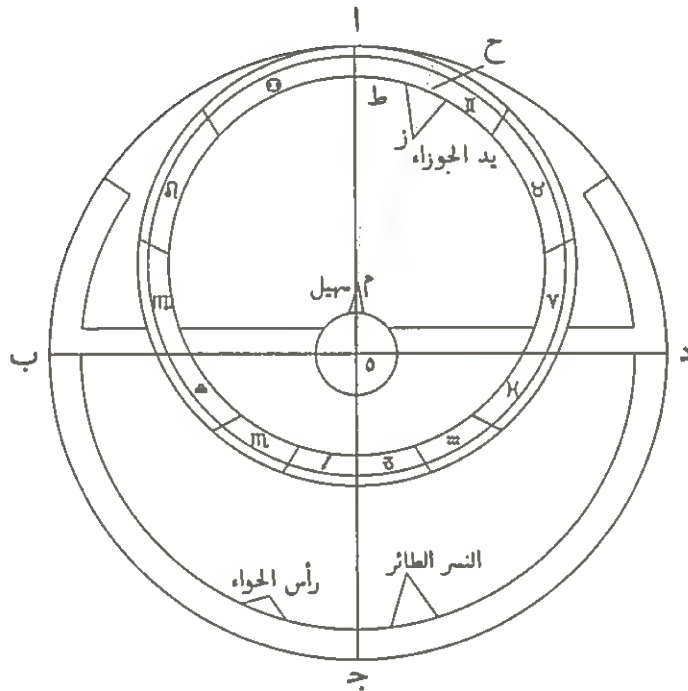
the north. The one almucantar whose altitude is equal to the latitude of the climate appears as a straight line; and of the remainder of the almucantars to altitude 90° the centres fall on the meridian line towards the south.

As for the azimuth circles, they are all great circles and their sizes in both the northern and southern astrolabe[s] are the same. The line on which their centres fall in the southern astrolabe cuts the meridian line towards the south and its distance from the zenith point in it [sc. the southern astrolabe] is as [sc. equal to] its distance from it in the northern astrolabe. When the latitude of the climate is less than the total declination, the zenith point falls inside its [i.e. Cancer's] course. If it is greater than it, it falls outside the course of Cancer. We shall show all of that in what follows this passage [mawḍiʿ].

[1] We assume the plate of the rete to be circle *ABGD* and its centre point *E*. We draw its two diameters intersecting at a right angle. Line *AG* is the meridian line and line *DB* is the horizon at *sphaera recta*. Then we draw in it the zodiac and divide it as we divided it in the northern astrolabe. Then we write on the divisions the names of the signs, beginning with Aries in the place in which we established Libra in the northern astrolabe and following it up with the rest of the signs. So the beginning of Cancer falls in this diagram in the place of the beginning of Capricorn in the northern



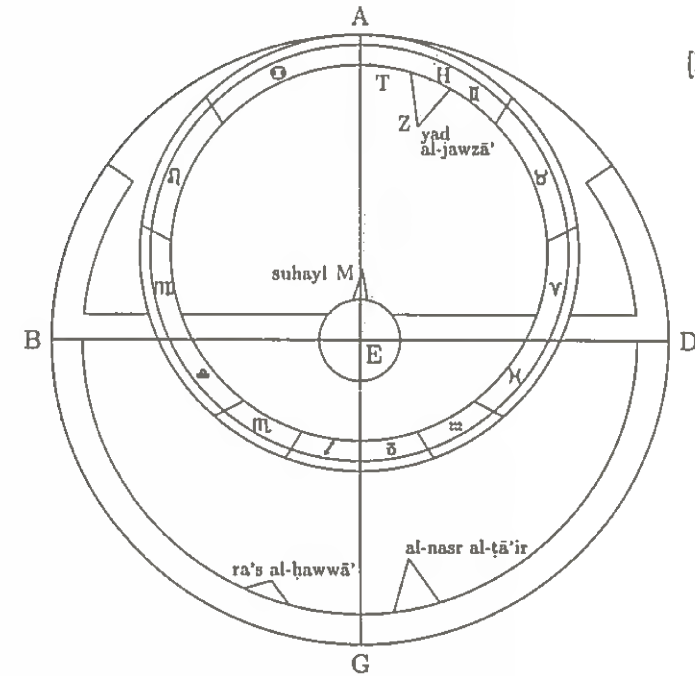
الشمالية فإذا أحكمنا ذلك ابتدأنا برسم الكواكب الثابتة ونقول أولاً إنا إنما  
أثبتنا في الجداول أنصاف أقطار مداراتها في الأسطرلاب الشمالية فأما في  
الجنوبية فإننا نستخرجها على ما نصف .



نأخذ أولاً جزء ممر يد الجوزاء الذي عملنا به في الشمالية وهي في  
الجوزاء أربعة عشر جزءاً فنعلم موضعه في فلك البروج نقطة ح ونخرج خط  
هـ ح غير مؤثر في الصفيحة ثم نأخذ أيضاً من جدول الكواكب بعد يد  
الجوزاء من معدل النهار فنجده خمسة أجزاء واثنين وأربعين دقيقة في جهة  
الشمال فيكون بعده من القطب الجنوبي خمسة وتسعين جزءاً واثنين

om. BS 49 ممر C فإننا 48 B الجدول 47 supra T 46 إنا 46 om. S 49  
om. C 49 الذي T 50 بالذي الذي 49 om. C 49-50 في الجوزاء 51  
BS 53 خمسة وتسعين B القطر 53 om. BS 52 فنجده 52 S 51

diagram [i.e. the diagram of the northern astrolabe]. When we have  
done this appropriately, we begin drawing the fixed stars. *I say* first:  
we have established in the table the semidiameters of their courses in  
the northern astrolabe; and as for [the same] in the southern, we obtain  
them as I shall describe.



[Fig. 6.1]

We take first the degree of the passage [i.e. the *mediatio*] of [the  
star] *Yad al-Jawzā* [ $\alpha$  Orionis], with which we worked in the northern  
[astrolabe]: it is Gemini 14°. We mark its position in the zodiac as  
point *H*; we draw line *EH*, not incised, on the plate. Then we also take  
from the star table the distance of *Yad al-Jawzā* from the equator: we  
find it 5°42' on the northern side. So its distance from the south pole  
is 95°42'.

وأربعين دقيقة فندخل ذلك جدول المدارات ونأخذ ما بحياه فنجده واحداً  
 وعشرين جزءاً وثلاثي جزء بالتقريب فنأخذ من المسطرة بالبركار بقدر ذلك  
 ونضع أحد طرفي البركار على نقطة ه ونعلم حيث قطع الطرف الآخر خط  
 ه ح نقطة ز فنقطه ز موضع يد الجوزاء .

وأيضاً نأخذ جزء ممر سهيل فنجده في الجوزاء تسعة وعشرين جزءاً  
 وثلاثاً وأربعين دقيقة فنعلم على موضعه في فلك البروج نقطة ط ونخرج خط  
 ه ط غير مؤثر في الصفيحة ثم نأخذ أيضاً من الجدول بعد كوكب سهيل من  
 خط الاستواء فنجده واحداً وخمسين جزءاً وسبعاً وعشرين دقيقة في جهة  
 الجنوب فيكون بعده من القطب الجنوبي ثمانية وثلاثين جزءاً وثلاثين  
 دقيقة فندخل ذلك جدول المدارات ونأخذ ما بحياه فنجده ستة أجزاء ونصفاً  
 وثلاث جزء بالتقريب فنأخذ من المسطرة بالبركار بقدر ذلك ونضع أحد طرفيه  
 على نقطة ه ونعلم حيث قطع الطرف الآخر خط ه ط نقطة م فنقطه م  
 موضع كوكب سهيل وعلى هذا المثال نستخرج أنصاف أقطار الكواكب في  
 الأسطرلاب الجنوبية ونرسمها فيها ثم نعمل في إضافة ما قرب من الكواكب  
 من القطب ومن فلك البروج ومن حرف العنكبوت كمثلاً ما عملنا في  
 الأسطرلاب الشمالية .

BS بعد [بقدر] 55 hic et semper بالبركار 55 جزءاً [جزء] 55 add. BS في om. S؛ ذلك 54  
 T ونأخذ [وأيضاً نأخذ] 58 om. CD [موضع] 57 om. BS [ز] 57 ه س [ه ح] 57 add. T يقع [حيث] 56  
 S وثلاثاً [وثلث] 64 BS سبعة [سنة] 63 B واحد، C واحد [واحد] 61 CD من [في] 59 marg. B [جزء] 58  
 D قارب [قرب] 67 C الجنوبي [الجنوبية] 67 om. T [نقطه م] 65 BS ه [م] 65 BS بعدد [بقدر] 64  
 D كما [كمثلاً ما] 68 lac. D [حرف العنكبوت] 68 BS من [من] 68

add. D صورة المنكبوت الجنوبية وتخطيها TS؛ add. على ما رسمنا في هذه الصورة الشمالية 69

[With] that we enter the table of courses and take what is opposite it: we find it to be  $21^p$  and two thirds of a part approximately. Then with the compasses we take on the rule [a distance] in the amount of that and put one of the ends of the compasses at point *E*, and where the other end cuts line *EH* we mark point *Z*: point *Z* is the position of *Yad al-Jawzā*.

Again, we take the degree of passage of *Suhayl* [ $\alpha$  Carinae]; we find it at Gemini  $29^{\circ}43'$ . At its place in the zodiac we mark point *T*. We draw line *ET*, not incised, on the plate. Then we again take from the table the distance of the star *Suhayl* from the equator line [*khaṭṭ al-istiṭwā*]: we find it  $51^{\circ}27'$  on the southern side. So its distance from the south pole is  $38^{\circ}33'$ . [With] that we enter the table of the courses and take what is opposite it: we find it  $6^p$  and a half and a third of a part approximately. Then on the rule we take with the compasses [a distance] in that amount and put one of its ends at point *E*; where the other end cuts line *ET* we mark point *M*. So point *M* is the position of the star *Suhayl*. According to that example we obtain the semidiameters [of the courses] of the stars in the southern astrolabe and inscribe them on it. Then we proceed with the addition of those stars that are near the pole, the zodiac and the rim of the rete, as we did with the northern astrolabe.

[2] ونصف بعد ذلك كيف تخطيط صفيحة المقنطرات فنفرض  
 الصفيحة دائرة  $\overline{ABGD}$  ومركزها نقطة  $\bar{E}$  ونخرج قطريها يتقاطعان على زاوية  
 قائمة ونأخذ من المسطرة بالبركار بقدر بعد مركز دائرة الأفق من مركز  
 الصفيحة في الإقليم المفروض الذى عرضه ثلثون جزءاً وهو أربعة وثلثون  
 جزءاً ودقيقتان فنضع أحد طرفى البركار على نقطة  $\bar{E}$  ونعلم حيث بلغ الطرف  
 الآخر من خط نصف النهار في جهة الشمال نقطة  $\bar{K}$  ونأخذ أيضاً من المسطرة  
 بالبركار بقدر نصف قطر مدار دائرة الأفق وهو تسعة وثلثون جزءاً وثمانى  
 عشرة دقيقة فنضع أحد طرفى البركار على نقطة  $\bar{K}$  وندير به في الصفيحة  
 قوس  $\overline{ZML}$  وهى قوس الأفق في هذه الأسطرلاب .

ثم من بعد ذلك نأخذ مقنطرة ستة أجزاء فنزيدها على عرض البلد  
 فيكون أقرب بعدها من القطب الجنوبي ستة وثلثين جزءاً ونزيد الستة  
 الأجزاء على مائة وخمسين جزءاً فيكون أبعد بعدها من القطب الجنوبي مائة  
 وستة وخمسين جزءاً فندخل عددي البعدين جميعاً جدول المدارات فنجد ما  
 يقابل الستة والثلثين الجزء ستة أجزاء وثلثاً وعشرين دقيقة ونجد ما يقابل  
 المائة والستة والخمسين الجزء اثنين وتسعين جزءاً وسبعاً وعشرين دقيقة فنأخذ  
 من المسطرة بالبركار بقدر الستة الأجزاء والثلث والعشرين الدقيقة فنضع أحد

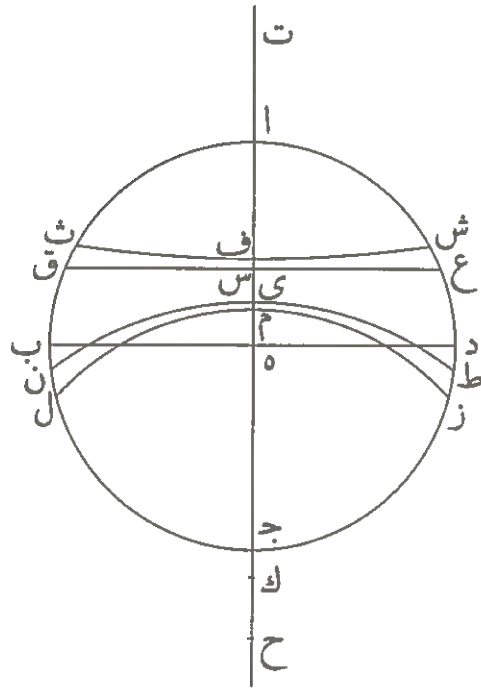
يلغ [بلغ] 74 .  $\overline{marg. T.}$  دائرة الأفق من مركز 72  $\overline{T.}$  مركزها [ومركزها] 71  $\overline{BS}$  تخطيط [تخطيط] 70  
 $\overline{add.}$  أيضاً [الأجزاء] 81  $\overline{B}$  مردها [فزيدها] 79  $\overline{add. et del. T.}$  من [بعد] 79  $\overline{B}$  دمل [رمل] 78  $\overline{C}$   
 $\overline{repet. S}$  بقدر 85  $\overline{lac. B}$  اثنين وتسعين 84  $\overline{T}$  فنجدها [فوجد] 82  $\overline{S}$  ندخل [فندخل] 82  $\overline{BS}$   
 $\overline{om. B}$  دقيقة 85  $\overline{S}$  الدقيقة

$\overline{add. BS ante}$  تخطيط المقنطرات [ونصف] 70

[2] After that we describe how to draw the plate of the almucantars. We assume the plate to be  $ABGD$  and its centre point  $E$ ; we draw its two diameters intersecting at a right angle. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of the distance of the centre of the horizon circle from the centre of the plate in the assumed climate, of which the latitude is  $30^\circ$ ; it is  $34^p2'$ . We put one of the ends of the compasses at point  $E$ , and where the other end reaches on the meridian line on the northern side we mark point  $K$ . We also take on the rule with the compasses [a distance] in the amount of the semidiameter of the course of the horizon circle; it is  $39^p18'$ . We put one of the ends of the compasses at point  $K$  and draw with it on the plate arc  $ZML$  – it is the arc of the horizon in this astrolabe.

Then after that we take the almucantar of  $6^\circ$  and we add it to the latitude of the climate. So its nearest distance from the south pole is  $36^\circ$ . We add  $6^\circ$  to  $150^\circ$ : its furthest distance from the south pole is  $156^\circ$ . [With] the numbers of the two distances we enter the table of courses. We find what is opposite the  $36^\circ$  to be  $6^p23'$  and find what is opposite what is opposite the  $156^\circ$  to be  $92^p27'$ . On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of the  $6^p23'$ : we put one

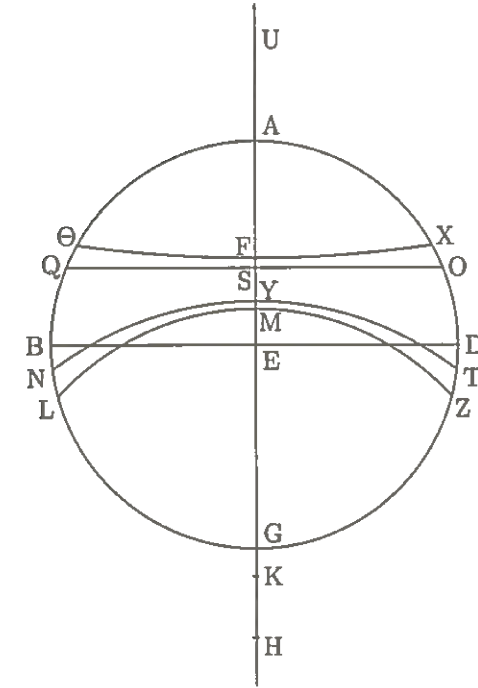
طرفيه على نقطة هـ ونعلم حيث بلغ طرف البركار الآخر من خط نصف النهار الجنوبي نقطة يـ ثم نزيد الستة الأجزاء والثلاث والعشرين الدقيقة على



الاثنين والتسعين الجزء والسبعة والعشرين الدقيقة ونأخذ نصف ما اجتمع فيكون نصف قطر هذه المقنطرة تسعة وأربعين جزءاً وخمساً وعشرين دقيقة فنأخذ من المسطرة بالبركار بقدر ذلك ونضع أحد طرفيه على نقطة يـ ونعلم 90 حيث بلغ الطرف الآخر من خط نصف النهار الشمالي نقطة حـ فندير بالبركار على مركز حـ وببعد حـ يـ في الصفيحة قوس طـ يـ ن وهي قوس مقنطرة ستة أجزاء .

دقيقة [الدقيقة 87] يـ 87 *supra* T [الآخر 86] BTS الطرف [طرف البركار 86] *supra* D [هـ 86] دقيقة [الدقيقة 88] S وهو [وهي 92 دقيقة S] *om.* CD, دقيقة [الدقيقة 88] S

of its ends on point *E* and where the other end of the compasses reaches on the southern meridian line we mark point *Y*. Then we add



[Fig. 6.2]

the 6° 23' to the 92° 27' and take half of the sum: the semidiameter of this almucantar is 49° 25'. On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that and put one of its ends on point *Y*, and where the other end reaches on the northern meridian line we mark point *H*. With the compasses we draw, about centre *H* and with distance *HY*, arc *TYN* on the plate; it is the arc of the almucantar of 6°.



ثم نعمل في سائر المقنطرات كذلك حتى تنتهي إلى المقنطرة التي  
 ارتفاعها عن الأفق بقدر عرض البلد وهي مقنطرة ثلاثين جزءاً في هذا الإقليم 95  
 فيكون أقرب بعدها من القطب الجنوبي ستين جزءاً وأبعد بعدها منه مائة  
 وثمانين جزءاً فنأخذ ما بحيال ستين جزءاً من جدول المدارات فنجده أحد  
 عشر جزءاً وعشرين دقيقة فنأخذ بقدر ذلك من المسطرة بالبركار ونضع أحد  
 طرفيه على نقطة هـ ونعلم حيث قطع الطرف الآخر خط نصف النهار من  
 جهة الجنوب نقطة س فنجز على نقطة س خط ع س ق موازياً لخط د هـ ب 100  
 وهو خط مقنطرة ثلاثين جزءاً .

ثم نأخذ أيضاً مقنطرة ستة وثلاثين جزءاً فنجد أقرب بعدها من القطب  
 الجنوبي ستة وستين جزءاً وأبعد بعدها منه مائة وأربعة وسبعين جزءاً فندخل  
 عددي البعدين جدول المدارات فنجد ما بحيال الستة والستين الجزء اثني  
 عشر جزءاً وستاً وأربعين دقيقة وما بحيال المائة والأربعة والسبعين الجزء 105  
 ثلاثمائة وخمسة وسبعين جزءاً ودقيقتين فنأخذ بالبركار من المسطرة بقدر  
 الاثنى عشر الجزء والست والأربعين الدقيقة فنضع أحد طرفيه على نقطة هـ  
 ونعلم حيث بلغ الطرف الآخر من خط نصف النهار الجنوبي نقطة ف ثم  
 ننقص الاثنى عشر الجزء والست والأربعين الدقيقة من الثلاثمائة والخمسة  
 والسبعين الجزء والدقيقتين ونأخذ نصف ما بقي فيكون نصف قطر هذه 110

95 [مقنطرة] om. CD 95 [هذا] supra T 95 [الإقليم] add. S 96 [الجنوبي] supra T  
 بعد [بقدر] 98 S كـ [أحد عشر جزءاً] 97-98 om. BS [منه] 96 om. D [وأبعد] ... وثمانين جزءاً 96-97  
 دقيقة [ثلاثمائة ... ودقيقتين] 106 om. BS [منه] 103 om. CD [جزءاً] 102 D هـ ب [د هـ ب] 100 B  
 BS دقيقة [الدقيقة] 109 add. C على [الجنوبي] 108 B جز [الجزء] 107 BS بعد [بقدر] 106 S رب  
 110 [نصف] marg. C

Then we proceed similarly with the other almucantars until we arrive at the almucantar whose altitude above the horizon is in the amount of the latitude of the region; it is the almucantar of  $30^\circ$  in this climate. So its nearest distance to the south pole is  $60^\circ$  and its furthest distance from it is  $180^\circ$ . We take what is opposite  $60^\circ$  in the table of the courses and find it to be  $11^\circ 20'$ . On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that. We put one of its ends on point  $E$  and where the other end cuts the meridian line on the south side we mark  $S$ . Through point  $S$  we draw line  $OSQ$ , parallel to line  $DEB$ ; it is the line of the almucantar of  $30^\circ$ .

Then we also take the almucantar of  $36^\circ$ ; we find its nearest distance from the south pole to be  $66^\circ$  and its furthest distance  $174^\circ$ . [With] the numbers of the two distances we enter the table of courses and find what is opposite the  $66^\circ$ ,  $12^\circ 46'$ , and what is opposite the  $174^\circ$  to be  $375^\circ 2'$ . On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of the  $12^\circ 46'$ . We put one of its ends on point  $E$  and where the other end reaches on the meridian line we mark point  $F$ . Then we subtract the  $12^\circ 46'$  from the  $375^\circ 2'$  and take half of what remains: the semidiameter of this

المقنطرة مائة وواحد وثمانين جزءاً وثمانى دقائق فنأخذ من المسطرة بالبركار  
 بقدر ذلك ونضع أحد طرفيه على نقطة  $\overline{ف}$  ونعلم حيث قطع الطرف الآخر  
 خط نصف النهار الجنوبي نقطة  $\overline{ت}$  فندير بالبركار على مركز  $\overline{ت}$  وبيعد  $\overline{ت ف}$   
 فى الصفيحة قوس  $\overline{ش ف ت}$  وهى مقنطرة ستة وثلاثين جزءاً ثم كذلك نعمل  
 115 فى باقى المقنطرات إلى أن تنتهى إلى المقنطرة التى ارتفاعها فى هذا الإقليم  
 أربعة وثمانون جزءاً وذلك قريب من مدار السرطان فى الكرة فتقع هذه  
 المقنطرة خارج دائرة  $\overline{أ ب ج د}$  وقرية من مماساتها .

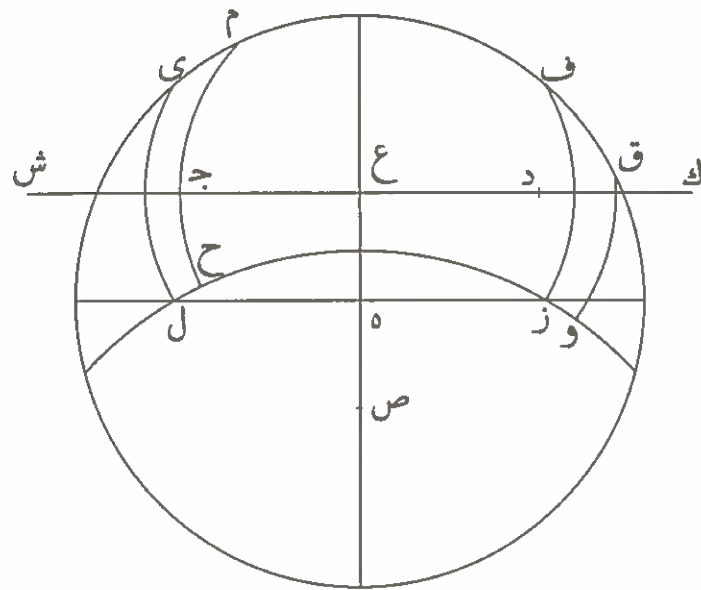
[3] ونصف أيضاً كيف نخط قسى السموت فى هذه الأسطرلاب  
 فإن نقطة سمت الرؤوس إذا لم تقع داخل الصفيحة استخرجنا بدلها موضع  
 النقطة التى تقابلها فى الكرة ليكون تخطيطنا لقسى السموت ببعدها من  
 120 مواضع المراكز كما أصف نأخذ فى هذا الإقليم بعد النقطة المقابلة لنقطة  
 سمت الرؤوس من القطب الجنوبي فنجد ستمين جزءاً فندخل ذلك جدول  
 المدارات ونأخذ ما بخیاله فنجده أحد عشر جزءاً وعشرين دقيقة فنأخذ بقدر  
 ذلك من المسطرة بالبركار فنضع أحد طرفيه على نقطة  $\overline{هـ}$  ونعلم حيث بلغ  
 الطرف الآخر من خط نصف النهار مما يلي الشمال نقطة  $\overline{ص}$  فنقطة  $\overline{ص هـ}$  هى  
 125 النقطة المقابلة لسمت الرؤوس ثم نأخذ من جدول السموت فى جدول

S سمب B سمب CD ش ف ت [ش ف ت] 114 S ب ف B ف [ت ف] 113 om. B [جزءاً] 111  
 وفرضه [وقرية] 117 om. D [وذلك ... مماساتها] 116-117 C هذه [هذا] 115 C المقنطرات [2] المقنطرة 115  
 om. [أيضاً] 118 add. BS ante عمل السمت [ونصف] 118 add. S وهذه صورتها [مماساتها] 117 C  
 به لها [بدلها] 119 T hic et saepius الرأس [الرؤوس] 119 T السمت [السموت] 118 T  
 المركز [المراكز] 121 CBTs سمت [السموت] 120 T تخطيط القسى [تخطيطنا لقسى] 120 CD  
 marg. T [نقطة ص] 125 S بعد [بقدر] 123 add. CDT فى [ذلك] 122 om. CD [الجنوبى] 122

almucantar is  $181^{\circ}8'$ . On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that and put one of its ends on point  $F$ , and where the other end cuts the southern meridian line we mark point  $U$ . With the compasses we draw, about centre  $U$  and with distance  $UF$  arc  $XF\theta$  on the plate. It is the almucantar of  $36^{\circ}$ . Then we proceed similarly with the remaining almucantars until we arrive at the almucantar whose altitude in this climate is  $84^{\circ}$ ; that is near to the course of Cancer in the sphere. This almucantar falls outside circle  $ABGD$  and is near to touching it.

[3] Also, we describe how we draw the azimuth arcs in this astrolabe. When the zenith point does not fall inside the plate we obtain in its stead the place of the point that lies opposite it in the sphere, so that our delineation of the azimuth arcs with their distance[s] from the places of the centres is as I shall describe. We take in this climate the distance of the point opposite the zenith point from the south pole; we find it to be  $60^{\circ}$ . [With] that we enter the table of courses and take what is opposite it: we find it to be  $11^{\circ}20'$ . On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that; we put one of its ends on point  $E$  and where the other end reaches on the meridian line towards the north we mark point  $C$ : point  $C$  is the point opposite the zenith. Then we take from the azimuth table in the column

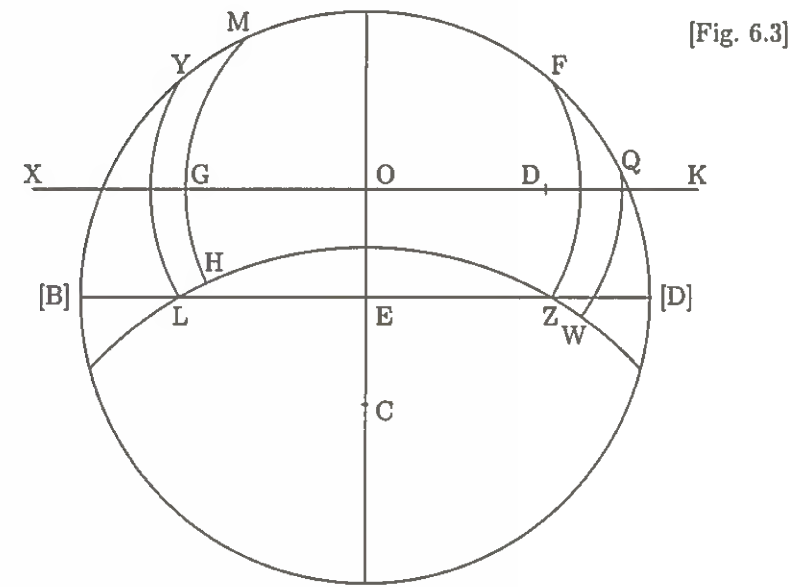
الإقليم المفروض ما في السطر الأول الذي هو نصف قطر دائرة سمت الحمل والميزان فنجدته اثنين وعشرين جزءاً وإحدى وأربعين دقيقة فنأخذ من المسطرة بالبركار بقدر ذلك فنضع أحد طرفيه على نقطة ص ونعلم حيث بلغ



- 130 الطرف الآخر من خط نصف النهار الجنوبي نقطة ع فندير على مركز ع  
وببعد ع ص قوسين في جهتي المشرق والمغرب كهيئة قوسى فزى ل تقطعان  
خط أفق الفلك المستقيم وأفق الإقليم أيضاً على النقطتين المشتركتين لهما  
جميعاً فإن لم يقع كذلك ففى العمل زلل ثم نجيز على نقطة ع خطاً يوازي  
خط دب عليه ك ع ش فخط ك ع ش يقوم فى هذه الأسطرلاب مقامه فى  
135 الأسطرلاب الشمالية ونقطة ص تقوم مقام نقطة سمت الرؤوس فيها فنأخذ

lac. | هـ زى ل 131 T | هـ زى CLK, مر BSP, قد corr. marg. in | هـ زى 131 T كقوسى | كهيئة قوسى 131  
D 131 CL: مل BSK, تل T, يل P 132 لهما B 133 خطأ 134 خط CD 135 om. BS  
135 om. T | نقطة 135 S تمام B, تمام 135

of the given climate what is in the first row, which is the semidiameter of the azimuth circle of Aries and Libra. We find it to be  $22^{\circ}41'$ . On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that, we put one of its ends on point C, and where the other end reaches on



[Fig. 6.3]

the southern meridian line we mark point O. About point O and with distance OC we draw two arcs on the eastern and western side, arcs FZ YL, cutting the horizon line at *sphaera recta* and also the horizon of the climate in two points common to both of them. If it does not turn out like that, there is a slip in the procedure. Then through O we pass a line, parallel to line DB<sup>16</sup>, on which are K O X. Line KOX takes in this astrolabe the place that it holds in the northern astrolabe and point C takes the place of the zenith point in it. We take

<sup>16</sup>Points D and G are about to be defined on line KOX itself. Since it seems unlikely that al-Farghānī would use twice a letter as early in the alphabet as D, I have assumed that the positions of D and B are understood by analogy with other diagrams. In our diagram they are represented by "[D]" and "[B]"

ما بحيال سمت عشرة أجزاء من الجدول فنجده تسعة عشر جزءاً فنأخذ من  
المسطرة بالبركار بقدر ذلك فنضع أحد طرفيه على نقطة ع ونعلم حيث بلغ  
الطرف الآخر من خطى ع ك ع ش في الجهتين نقطتي د ج ثم نطلب على  
خط ع ك نقطة إذا ركزنا أحد طرفي البركار عليها أمكننا بفتحنا إياه أن نمر  
140 بالطرف الآخر على نقطتي ص ج فإذا وجدنا تلك النقطة أثبتنا أحد طرفي  
البركار عليها وأدركنا في الصفيحة قوسين أيضاً كهيئة قوسى ح ج م ق و ثم ندير  
البركار إلى الجهة الأخرى ونعمل كما عملنا ثم كذلك تتم سائر قس السموت  
وإنما استعملنا بدل نقطة سمت الرؤوس النقطة التي تقابلها إذا لم تقع نقطة  
سمت الرؤوس في الصفيحة فإذا وقعت فيها لم تكن بنا حاجة إلى نظيرتها .

145 ونعمل في تخطيط سائر ما بقي من خطوط الأسطرلاب من الساعات  
وغيرها مثل ما عملنا في الأسطرلاب الشمالية ولكي لا نطيل القول تكون  
فيما وصفنا كفاية لمن له علم بما قدمنا في كتابنا هذا وبالله التوفيق .

ملق [ح ج م ق و] 141 B فانا [إذا] 140 S لفتحنا [بفتحنا] 139 om. S [من] 138 BS الرأس [الطرف] 138  
BT بالبركار [البركار] 141-142 P ح ك ل و I ح م ل و S ح م T ح م ل و D ح م B ح م ل و CD ح م  
وإذا [وإنما] 142-143 BS القس [قس السموت] 142 lac. S [نتم] 142 CD حتى [كذلك] 142  
om. [من الساعات ... التوفيق] 145-147 C نظيرتها [نظيرتها] 144 T فاما إذا [إذا] 144 D  
بمثل [مثل] 146 marg. B [وغيرها مثل ما عملنا في الأسطرلاب] 146 marg. B [الساعات] 145 S  
om. BT [هذا] 147 add. T كان [لن] 147 B مكون [تكون] 146 supra B [ما] 146 CD  
B إن شاء الله وبه القوة [وبالله التوفيق] 147

what is opposite  $10^\circ$  in the table; we find it to be  $19^\circ$ . On the rule we take with the compasses [a distance] in the amount of that, we put one of its ends on point  $O$ , and where the other end reaches on lines  $OK$   $OX$  we mark on the two sides  $D$   $G$ . Then on line  $OK$  we seek a point [such that] when we place one of the ends of the compasses on it, we can, opening it, pass with the other end over points  $C$   $G$ . When we find that point, we fix one of the ends of the compasses on it and draw on the plate two arcs, arcs  $HGM$   $QW$ . Then we turn the compasses in the other direction and do [again] as we have done. Then the other azimuth arcs are finished similarly. Instead of the zenith point we use the point lying opposite it when the zenith point does not lie inside the plate: when it falls in it we do not need its opposite.

In delineating the rest of the lines of the astrolabe, such as the hours, etc., we do as we did in the northern astrolabe. In order that we do not prolong our talk, in what we have described there is what suffices for those who understand what we have set forth in this book of ours; success is from God.



## النوع السابع

في أن جميع ما يتوهم من صناعة الأسطرلاب

مخالفاً لما وصفنا غير ممكن ولا صحيح

أما ما وصفنا في كتابنا هذا من علة الأسطرلاب وصحتها وما احتيج إليه في  
صنعتها من كل ما قدمناه فقد أثبتنا على كل باب منه ببرهان واضح وحجة  
لازمة وأما ما عسى أحداً أن يتوهم من أنه قد يمكن أن تعمل آلة  
الأسطرلاب على غير هذه الهيئة التي وصفناها فسنبين أنه لا يجب الإقرار  
بذلك إما لأن بعض تلك الوجوه مستحيل البتة وإما أن لا يمكن عملها على  
الحقيقة ولكن على التشبيه والتقريب في شدة وصعوبة وامتناع في الصناعة  
وإما أن يكون ممكناً في الصناعة ومخالفاً في القياس للصواب .

فقول أولاً إنه لا يمكن أن تعمل الأسطرلاب إلا على أحد قطبي  
معدل النهار أعني أنه لا يمكن أن ينقل ما في كرة الفلك على جهة ما وجدنا  
إلى سطح الأسطرلاب المماس للكرة على غير إحدى نقطتي القطبين من  
أجل أن حركة الفلك الكلية من المشرق إلى المغرب إنما هي على قطبي معدل  
النهار وأن جميع أجزاء فلك البروج ومواضع الكواكب الثابتة من الكرة

om. [وصحتها 4 ووضعنا] وصفنا 4 BS فما [أما 4 add. BS, supra TD هية [صناعة 2 B وان [في أن 2  
اثبتنا [أثبتنا 5 BS قدمنا [قدمناه 5 marg. D من صحتها [في صنعتها 4-5 T وما احتيج [وما احتيج 4 S  
om. T [من 6 in corr. T احد CBDS احد [أحد 6 C وبرهان [برهان 5 marg. B [كل 5 T  
T اليه [البته 8 om. S [بعض 8 S فنيين [فنيين 7 marg. D يعلم [تعمل 6 om. BS [قد 6  
supra D [في 10 T النسبة [التشبيه 9 marg. C [على 9 B (supra) لا [أن لا 8 om. CD [أن 8  
مأخذنا [ما وجدنا 12 S الكرة [كرة 12 supra DS [أما 12 D [أنه 12 D احد 12 BS احدى [أحد 11  
om. BS [من الكرة 15 BS لجميع [جميع 15 CD احد [إحدى 13 CBS, in corr. D

## Chapter 7

*That all that is imagined of making the astrolabe  
different from what we have described is not possible and not correct*

As for what we have described in this book of ours of the rationale of the astrolabe, its correctness and what is needed in making it of all that we have set out, we have finished every aspect [bāb] of it with a proof and pertinent argumentation. As for what one might think, i.e. that it is possible to make the astrolabe instrument in a form other than this form that we have described, we shall show that this must not be maintained, either because some of these ways are completely impossible, or [because] it is not possible to make it according to reality, but [only] by resemblance and approximation [and] with strain, difficulty and impossibility in making [it], or [because] it is possible in construction but inconsistent with the truth.

So I say first: it is not possible to construct the astrolabe except with respect to one of the poles of the equator, i.e. that it is not possible, as we have found, to transfer what is in the sphere of the heavens to the plane of the astrolabe touching the sphere at a [point] other than the two points of the poles, since the universal motion of the sphere from east to west is only about the poles of the equator and all the degrees of the zodiac and the positions of the fixed stars in the sphere

تتحرك بحركة الكل في دوائر متوازية فإن توهمنا أنه قد يمكن أن نجعل  
سطح الأسطرلاب يماس الكرة على غير أحد قطبي معدل النهار فإن هذه  
الدوائر المتوازية تتشكل في سطح الأسطرلاب غير متوازية لأن مراكزها تقع  
حينئذ على نقط مختلفة ويقع قطب معدل النهار أيضاً خارجاً عن مراكزها  
جميعاً كما بينا من تشكل دوائر مقنطرات الارتفاع فإذا تشكلت هذه الدوائر  
كما وصفنا فكيف يمكننا أن نرسم مدارات أجزاء فلك البروج ومواضع  
الكواكب موازياً بعضها لبعض وأيضاً فإن توهمنا أنه قد يمكن أن ننقل هذه  
الدوائر عن هيئة شكلها في الأسطرلاب ونرسمها متوازية على مركز واحد حتى  
يتقاطع بكل دائرة منها الجزء الذي يدور فيها من فلك البروج فإنه لا يمكن  
أن يقع أفق الفلك المستقيم خطأ مستقيماً لأنه حينئذ ليس من الدوائر العظام  
التي تتقاطع على النقطة التي يماس عليها سطح الأسطرلاب الكرة ولكن  
يتشكل قوساً من دائرة وتتغير سائر دوائر المقنطرات بمثل ذلك فتختلف  
الخلقة ويستحيل العمل .

ونجعل لذلك مثلاً في تصوير السطح المماس للكرة يماسها على أحد  
قطبي فلك البروج فنخط دائرة  $\overline{AB}$  جد على مركزه ونخرج قطريها يتقاطعان  
على زاوية قائمة وتوهمها دائرة فلك البروج تماس الكرة على نقطة هـ

S نقطة B، نقطه 19 S موازية 18 موازية 17 C B D S احدى 16 om. BS 16 قد  
om. 22 CD وموازياً 22 S احدى مدارات، tr. B، مدارات أجزاء 21 B تشكل 20 شكل  
lac. C 25 حينئذ 25 S كل، كل 24 لكل 24 C B D T تقاطع 24 BS شكلها 23 شكلها T  
D دوائر، lac. C، دائرة 27 C تسطيح 26 سطح 26 repet. D على 26 add. et del. C 1 التي 26  
D نص، B، نظير، C، نصين 29 om. D 27 سائر دوائر 27 S نصين، D، نصين، B، نصير 27  
B احدى 29 B ما سهل 29 corr. ex يماسها 29

move with the motion of the universe in parallel circles. If we imagine that it would be possible to let the plane of the astrolabe touch the sphere at [a place] other than one of the two poles of the equator, then these parallel circles would be formed in the plane of the astrolabe as not parallel, because their centres would then fall at different points and the pole of the equator would also fall [when projected] not coincident with [khārijan 'an] any of their centres, as we proved concerning the formation of the circles of the altitude almucantars. When these circles are formed as we have described, then how could we draw the courses of the degrees of the zodiac and [the courses of] the positions of the stars parallel to each other? Also: if we imagine that it would be possible to transform these circles from the form of their shape in the astrolabe and to draw them parallel to one another about one centre, so that the degree of the zodiac that rotates among them intersects with each of these circles, then it would not be possible that the horizon at *sphaera recta* appears as a straight line, because then it is not [one] of the great circles that intersect at the point at which the plane of the astrolabe touches the sphere, but forms an arc of a circle, and all the almucantar circles undergo alteration in the same way. Then the form is different and the construction becomes impossible.

We make an example for that by letting the plane tangent to the sphere touch it at one of the poles of the zodiac; we draw circle *ABGD* about centre *E* and draw its two diameters intersecting at a right angle. We imagine it the zodiac circle<sup>17</sup> touching the sphere at point *E*.

<sup>17</sup>Something like "the pole of which is" seems to be omitted here.



فإذا جعلنا حركة فلك البروج على نقطة ز التي هي قطب معدل النهار وأدركنا  
فلك البروج من المشرق إلى المغرب فإن نقطة ب من فلك البروج توافي  
موضع نقطة أ مع موافاة نقطة أ موضع نقطة د لأن زاويتي ب ز أ ازد  
45 متساويتان ولكن نقطة أ توافي موضع نقطة د قبل موافاة نقطة د موضع  
نقطة ج لأن زاوية أ ز د أصغر بكثير من زاوية د ز ج فنقطة ب توافي موضع  
نقطة أ قبل موافاة نظيرتها وهي نقطة د موضع نقطة ج وخط أ ج يقسم كل  
واحد من فلك البروج ومعدل النهار بنصفين فيختلف العمل عند ذلك  
ويستحيل .

50 وأيضاً إن توهماً حركة الكل ليس على نقطة ز التي هي قطب معدل  
النهار إذ كانت خارجة عن مركز دائرة معدل النهار وجعلنا الحركة على نقطة  
م التي هي المركز وهي أبعد من مركز فلك البروج من نقطة ز كان ذلك أشد  
استحالة من الباب الأول وكذلك تبين أنه لا يمكن رسم الأسطرلاب على جهة  
ما قدمنا إلا على أحد قطبي معدل النهار فقط .

55 وأيضاً فإن قوماً توهماً أن صنعة الأسطرلاب قد يمكن على وجه آخر  
وذلك أنهم جعلوا بسيط كرة الفلك كأنه انفتق من أحد القطبين فصار دائرة  
مسطوحة على القطب الآخر وتشكل القطب المنفتق من القطبين في

و [1] 44 lac. D [ب] 43 C المشرق ح [البروج] 43 supra S [معدل] 42 C [ز] 42  
marg. 2 نقطة 44 om. S [مع] 44 om. D [مع ... د] 44 T ونقطة [مع موافاة نقطة] 44 D  
ر [1] 45 BS [أد] 44 C زاويتي [زاويتي] 44 BS [د] 44 B [موضع] 44 B [2] 44  
46- om. C [أزد ... زاوية] 46 B [لأن زاوية] 46 T موازاه [موافاة] 45 BS  
B إذا [إذ] 51 B [ر] 50 B قسم [قسم] 47 T و [د] 47 om. T [من ... وهي نقطة] 47  
om. C, [على أحد] 54 D تسطيح [رسم] 53 CD وقد [وكذلك] 53 C احمل اسماً له [أشد استحالة] 52-53  
om. دائرة 56 marg. T [قوماً] 55 BS ان [فإن] 55 add. D ان شاء الله om. CDT; فقط 54 D على  
BS

When we let the motion of the zodiac be about point *Z*, which is the pole of the equator, and we rotate the zodiac from east to west, then point *B* of the zodiac reaches the position of point *A*, while point *A* reaches the position of point *D*, because the angles *BZA* *AZD* are equal. But point *A* reaches the position of point *D* before point *D* reaches the position of point *G*, because angle *AZD* is much smaller than angle *DZG*. So point *B* reaches the position of point *A* before its opposite, which is point *D*, reaches the position of point *G*. Line *AG* bisects both the zodiac and the equator; and at that [i.e. if this were to happen] the operation becomes deviant and impossible.

Again, if we imagine the motion of the universe not about point *Z*, which is the pole of the equator, since it is not coincident with the centre of the equator circle, and we let the motion be about point *M*, which is the centre and which is further from the centre of the zodiac than point *Z*, [then] that would be still more impossible than the first case. In this way it is clear that it is only possible to draw the astrolabe in the way we have set out, about one of the poles of the equator.

Again, people have imagined that the making of the astrolabe would be possible in another way, namely, they made the surface of the sphere of the heavens as if it were split open [*infataqa*] at one of its poles, so that it became a circle spread out about the other pole; and the split-open pole of the poles in



الأسطرلاب خطأ محيطاً بدائرة فكيف لا يُقبح هذا الرأي ممن فكر فيه وعمل  
 به إذ كان قطبا معدل النهار نقطتين ثابتتين غير متحركتين فكيف يمكن أن  
 يتشكل أحدهما دائرة متحركة على القطب الآخر وهذا من أشنع ما يقال به 60  
 في هذا الباب وأيضاً فإن القطبين لازمان في كل حال لأفق الفلك المستقيم  
 فكيف يمكن أن يلزم القطب وهو دائرة متحركة أفق الفلك المستقيم ولقد  
 وصف محمد بن موسى في هذا الباب ما فيه كفاية في إبطال هذا المذهب  
 ممن فكر فيه وأيضاً فإنهم عملوا بعد ما بينا من فساد أصل ما بنوا عليه أن  
 رسموا دائرة فلك البروج بخطوط تصل بين نقط مختلفة وذلك أنهم أخذوا 65  
 موضع ميل كل برج عن معدل النهار على الخطوط التي تقسم مطالع الفلك  
 المستقيم ثم وصلوا بين تلك المواضع بخطوط مختلفة في الهيئة أعنى أنها ليست  
 بقسى من دوائر ولا بخطوط مستقيمة بل تتشكل دائرة فلك البروج شبيهة  
 بما سماه الأولون الشكل التنوري ومعلوم عند أهل الهندسة أنه غير ممكن  
 أن يرسم على الصفة إلا أحد خطين إما خط مستقيم أو قوس من دائرة 70  
 فكيف يمكن أن نقول إن العمل بهذا الوجه صحيح أم كيف لو كان صحيحاً  
 يسهل علينا طلبه واستخراج هيئة الأشكال في الأسطرلاب بما وضعوا عرضه .

قطبي [قطبا] 59 B كانا [كان] 59 BS اذا [إذ] 59 B بمن [من] 58 T التوهم والرأي [الرأي] 58  
 BS الكتاب [الكتاب] 61 B add. على [يمكن] 59 S بقطبين ثابتين [نقطتين ثابتتين] 59 B  
 الكتاب [الكتاب] 63 T add. بن فاجر [موسى] 63 - T فلك [الفلك] 61 B لازمين [لازمان] 61  
 65- BT نقطه [نقط] 65 add. et del. C عملوا [ما] 64 B ابعده [بعد] 64 BS  
 S والخطوط B, الخطوط [على الخطوط] 66 marg. B موضع 66 marg. T وذلك ... مختلفة في 67  
 هيئة ما [بما] 69 om. S [بل] 68 C دوائر [من دوائر ولا بخطوط] 68 B على [أعنى] 67 T فلك [الفلك] 66  
 الصفحة [الصفحة] 70 BS المودى [التنوري] 69 add. CBDS من [الأولون] 69 B سماه [سماه] 69 BST  
 S ثم [بما] 72 BS صحيحاً [صحيح] 71 CBDS خطأ مستقيماً أو قوساً [خط مستقيم أو قوس] 70 D  
 T وصفوا هذه ويتوهمه CD, وصفوا وصره [وضموا عرضه] 72

the astrolabe took the form of a line containing [the circumference of] a circle. How is this opinion of those who think about it and use it not to be considered absurd? For the poles of the equator are two fixed points, not moving. So how can one of them take the form of a circle moving round the other pole? This is one of the most abominable [ideas] that can be maintained on this topic. Also, the poles cling permanently to the horizon at *sphaera recta*. So how can the pole cling to the horizon at *sphaera recta*, when it is a movable circle? Muḥammad ibn Mūsā has described on this subject what is sufficient to invalidate this method of those who maintain it. Further, beyond what we have explained of the corruption of the basis on which they built, they drew the zodiac circle with lines joining up various points: they took the place of the declination of each sign from the equator on the lines that cut off [taqsimu] the ascension at *sphaera recta*; then they joined up those places by lines of various shape[s], i.e. not arcs of circles and not straight lines, but the zodiac circle takes a form similar to what the Ancients called the oven-like form [al-shakl al-tannūrī]. It is known among the geometers that it is only possible to draw correctly one of two lines: either a straight line or an arc of a circle. So how is it possible to say that the use of this kind [of astrolabe] is correct or how, if it were correct, could it be easy for us to obtain it and to determine the shape of the forms on the astrolabe by the demonstration they brought forward.

أقول إنه لو استُخرج في الأسطرلاب بهذا المأخذ ميل كل دقيقة من  
فلك البروج عن معدل النهار ومقدار ما يطلع به من الفلك المستقيم ورسم  
على ذلك لم يكن واقعاً بالحقيقة فضلاً عن أنه لا يمكن أحداً أن يدرك ذلك  
75 في الصنعة بل من يدّعي أن يقصد في صنعة الأسطرلاب لجهة الحق والصواب  
مع قليل العمل وسهولة المأخذ يتكلف صنعته على ما لا يصح ولا يوافق  
الحق مع شدة مطلبه وامتناع عمله .

وأيضاً فإن توهم أحد أنه قد يمكن أن يرسم جميع ما في كرة الفلك في  
سطح الأسطرلاب المماس للكرة على أن توهم أن الكرة فسحت على  
80 السطح المماس لها على أحد القطبين فوق القطب الآخر على القطب المماس  
ووقع كل جزء من أجزاء الكرة موقع العمود الذي يخرج من موضعه في  
الكرة إلى مسقطه في السطح فإن العمل بهذا الباب يستحيل أيضاً من أجل  
أن فلك البروج على هذا السبيل يتشكل في الأسطرلاب قطعتين مشابھتين  
85 بالتقريب لقطع الشكل التنوري .

ونمثل لذلك دائرة  $\overline{ABGD}$  على مركزه ونخرج قطريها يتقاطعان على  
زاوية قائمة فإن توهمنا أن دائرة  $\overline{ABGD}$  مساوية لدائرة معدل النهار في

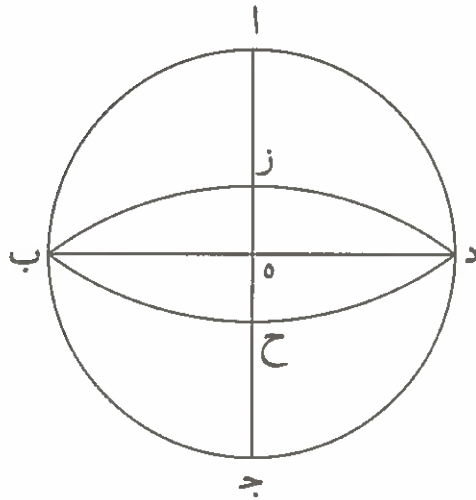
add. T ما [ذلك] 75 BTS في [من] 74 BD مثل C, corr. ex مثل [ميل] 73 om. BS [إن] 73  
S بجهة [الجهة] 76 B يقصده [يقصد] 76 om. T [من] 76 S لأحد CB, أحد [أحد] 75 S يمكن [يكن] 75  
om. [مع فدة مطلبه] 78 BS om. [على] 77 CBTDS ويتكلف [يتكلف] 77 CBDS سهل [وسهولة] 77  
add. et del. [فإن] 83 CBD بموقع [موقع] 82 S فتحت [فسحت] 80 om. BS [قد] 79 S  
C, التشكيل [السبيل] 84 supra T [من] 83 BS مستحيل [يستحيل] 83 BS الكتاب [الباب] 83 B  
S السودى B السودى [التنوري] 85 T بقطع [لقطع] 85 CBTDS متشابهتين [مشابهتين] 84 T الطريق  
D روايا [زاوية] 87 marg. T [على مركز ...] 86-87 C ونجمل الفلك [ونمثل لذلك] 86

*I say:* if there were determined on the astrolabe by this method the declination of each minute of the zodiac from the equator and the quantity of what it rises with of the *sphaera recta*, and it were drawn like that, it would not come out according to reality; besides, nobody could attain that in making [it]. But he who pretends to strive after making the astrolabe according to truth and correctness, with little work and an easy method, burdens himself with making it according to what is not correct and does not correspond to the truth, however eagerly he tries, while it is impossible to make it.

Again, if someone imagines that it would be possible to draw all that is on the sphere of the heavens on the plane of the astrolabe tangent to the sphere on the assumption that the sphere is spread out on the plane tangent to it at one of the poles, and so the other pole falls upon the "tangent" pole and each of the degrees of the sphere becomes [so to say] a perpendicular starting out at its place on the sphere to its foot-point on the plane, then the operation in this way is also impossible because the zodiac in this way takes on the astrolabe the form of two sections approximately similar to the sections of the oven-like form.

As an example of that [we draw] circle  $ABGD$  about centre  $E$  and we draw its diameters intersecting at a right angle. If we imagine that circle  $ABGD$  is equal to the equator circle in

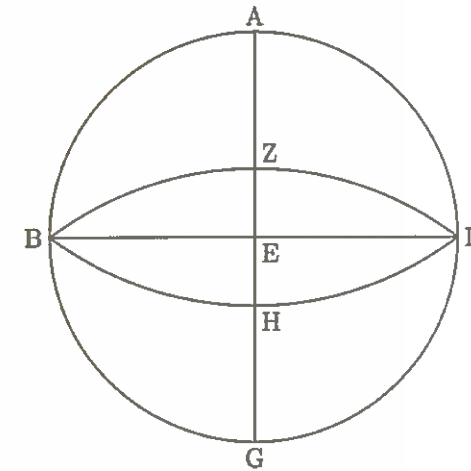
الكرة وأقمنا الكرة على سطح  $\overline{أبجد}$  وجعلنا أحد القطبين على نقطة  $هـ$   
 تبين أن قطر الكرة الذي يصل بين القطبين عمود على سطح دائرة  $\overline{أبجد}$



- 90 على نقطة  $هـ$  وأن الكرة إذا قسمت ووضع النصف الأعلى منها على النصف  
 الأسفل الذي يلي السطح ووقعا جميعاً على السطح فوق القطبان جميعاً  
 على نقطة  $هـ$  ووقعت دائرة معدل النهار على دائرة  $\overline{أبجد}$  ولم تفضل  
 إحداها على الأخرى ووقع فلك البروج في السطح كهيئة شكل  $\overline{دزبج}$   
 لأنه يميل عن معدل النهار في الجهتين بمقدار واحد وتقع الدائرة المخطوطة  
 95 على أقطاب الفلكين في الكرة على خط  $\overline{أج}$  في السطح فيكون كل واحد من  
 خطي  $\overline{أز}$   $\overline{جح}$  في السطح هو الجيب المنكوس لقوس الميل كله وكل واحد من  
 قوسي الميل وقعت على جيبها المنكوس من خط  $\overline{أج}$  فخط  $\overline{هـز}$   $\overline{هـح}$  متساويان

كانت مسحت [قسمت] 90 C عموداً [عمود] 89 T سن [تين] 89 D أقمنا الكرة, om. C, [وأقمنا الكرة] 88  
 أحدهما [إحداها] 93 om. CD [السطح ... على] 91 C وقما [ووقما] 91 T infra T إذا مسحت S فتحت T,  
 BS غلط [غلطاً] 97 D واحدة [واحد] 96 D جربح [دزبج] 93 supra B [شكل] 93 B

the sphere and set up the sphere on plane  $ABGD$ , putting one of  
 the two poles at point  $E$ , it is clear that the diameter of the sphere  
 that joins the poles is perpendicular to the plane of circle  $ABGD$



[Fig. 7.2]

at point  $E$  and that, when the sphere is divided and the upper half  
 of it is placed on the lower half, which is near the plane, and they fall  
 together on the plane, then the two poles together fall on point  $E$ , and  
 the equator-circle falls on circle  $ABGD$ , neither of them protruding  
 over the other, and the zodiac falls in the plane like the figure  $DZBH$ ,  
 because it is inclined from the equator on the two sides in the same  
 quantity, and the circle drawn through the poles of the two circles [*al-*  
*falakayn*] in the sphere [*al-kura*] falls on line  $AG$  in the plane. Each of  
 the lines  $AZ$   $GH$  in the plane is the versed sine of the arc of the total  
 declination, and each of the two arcs of declination falls on its versed  
 sine on line  $AG$ . So lines  $EZ$   $EH$  are equal;

فإذا كانت نقطة رأس السرطان ونقطة ح رأس الجدى فقد وجب أن يكون مدار السرطان مساوياً لمدار الجدى هيتهما في بسيط الكرة وهذا مما يستحيل أيضاً في السطح ولا يمكن العمل به إلا أن تقتصر في هذا الباب 100 على وضع ما في أحد نصفي الكرة فقط إما الشمالي وإما الجنوبي في سطح الأسطرلاب فيمكن أن يقع صحيحاً مع عسر رسمه وصعوبة تخطيطه إذ لم يكن دائرة ولا قسماً متشابهة كمثل ما بينا في تشكيل فلك البروج في الباب الذي قبل هذا .

فقد تبين أنه غير موجود أن تكون لصناعة الأسطرلاب على الحقيقة 105 جهة يعمل بها مخالفة لما وصفنا وقد أثبتنا فيما وصفنا على تبين جميع ما يمكن القول فيه من علة الأسطرلاب وصفة صنعها بما رسمنا في الجداول لجميع نواحي الأقاليم وذلك ما لا يحتاج إلى أكثر منه وإن أحد أراد أن يعمل الأسطرلاب لموضع من الأرض مما يجوز عرضه خمسين جزءاً إلى تسعين جزءاً ففيما وصفنا لاستخراج ذلك من الجداول المفردة لهذا ما يستدل به 110 على ذلك بإذن الله .

هيتها [هيتها] 99 BS مقدار [لمدار] 99 B مساوي [مساوي] 99 add. T رأس BS مقدار [مدار] 99  
T شكل, CD شكل [تشكيل] 103 T السطح [سطح] 101 BS من [في] 100 om. B [به] 100 S  
ما [بما] 107 T (infra) سنا [اتسا] B, اثبتنا [أثبتنا] 106 T (infra) سنا [وصفنا] 106 C مخالفاً [مخالفة] 106  
om. C [مما] ... تسعين جزءاً 109-110 D احداً إذا أراد tr. TS, [أحد أراد] 108 BS [مما] 108 C  
الجدول [الجدول] 110 T وضعنا [وصفنا] 110 S يستخرج B, لا يستخرج [وصفنا لاستخراج] 110  
الله والتوفيق [بإذن الله] 111 add. T كل [على] 111 om. T [لهذا] 110 B, om. S [المفردة] 110  
add. DS تعالي add. B; وبه القوة والمون [الله] 111 T بمون

and when point *Z* is the beginning of Cancer and point *H* is the beginning of Capricorn, it is necessary that the course of Cancer is equal to the course of Capricorn, as they are in the surface of the sphere. This is what is also impossible in the plane and it is not possible to work with it, except when we restrict ourselves in this matter to placing what is on one of the halves of the sphere alone, either the northern or the southern, on the plane of the astrolabe. It is possible that it comes out correctly, although it is hard to draw and difficult to delineate, since it is not a circle and not similar arcs, as we have explained in the formation of the zodiac in the chapter before this one.

It is clear that for making an astrolabe according to truth there exists no way by which it could be made different from what we have described. In our description we have exhausted the explanation of all that can be said about it of the rationale of the astrolabe and the mode of making it through what we have laid down in the tables for all the regions of the climates. This is what suffices on this matter. But if someone wants to make an astrolabe for a place on Earth with latitude between 50 and 90 degrees: in what we have described to obtain that from the tables specifically made for this there is what will lead him to that, if God allows (be He exalted).



## Appendix 1

Variant Passages in **S**, **B** and **T**

## Variant Passages in S

## 1. The beginning of the text: cf. Introduction, lines 1–30

بسم الله الرحمن الرحيم  
 الحمد لله الذي لا يبلغ أداء حمده الحامدون وشكراً لنعمه فوق ما شكره  
 الشاكرون وصلوته على محمد النبي الكريم الذي أثنى عليه في كتابه العزيز  
 الحكيم فقال مادحاً له «وإنك لعلی خلق عظیم» وعلى آله المنتجين صلوة  
 متصلة إلى يوم الدين، أما بعد فلما كان الأسطلاب أشرف آلة وضعت في علم  
 5 الفلك وطريقه أوضح طريق لمن في هذا الفن سلك أجبت أن أجمع علمه في  
 رسالة موضحة قريبة المسلك فوضعت ما بلغ الاجتهاد إليه ووقع عند التحير  
 الاختيار عليه وسميته بالكامل وجعلته مشتملاً على سبعة أنواع .

## 2. Chapter 2, lines 73–137

وإذ قد وضع ما قد بينا فلنبين كيف تتشكل دوائر الآفاق في سطح  
 الأسطلاب فنعيد الصورة ونجعل قوس  $\overline{AT}$  مساوياً لتمام عرض البلد  
 فتكون نقطة  $\overline{P}$  محل تقاطع دائرة الأفق مع فلك نصف النهار ويكون خط  
 $\overline{PK}$  قطر الأفق في الكرة للبلد المفروض وتكون قوس  $\overline{KD}$  ارتفاع القطب  
 عن الأفق وتكون دائرة الصفيحة المخطوطة على قطر  $\overline{ZL}$  أفق البلد والبرهان  
 5 على ذلك شبيه لما تقدم .

5 marg. تام كتاب ١ (أنواع 8 add. et del. MS ان {أجمع 6

## 1. cf. Introduction, lines 1–30

In the name of God, the Merciful, the Compassionate.

Praise to God, the performance of Whose praise the praisers do not reach, and thanks for His benefactions above the thanks given by the thankers. His blessing upon Muḥammad, the noble Prophet, whom He lauded in His glorious and wise book – He said, praising him, “You are verily of an excellent nature”<sup>1</sup> – and on his chosen family unceasing blessing until the Day of Judgement. Hereafter: since the astrolabe is the noblest instrument invented in the science of astronomy and its method the clearest method for whoever pursues this art, I agreed to assemble its knowledge in an explanatory treatise easy to understand. I laid down what my endeavours arrived at and that on which the choice fell in case of uncertainty, and I called it *al-Kāmil* [“The Perfect One”] and made it contain seven chapters [*naw'*].

## 2. Chapter 2, lines 73–137

Since what we have set out earlier is clear, let us show how the horizon circles are formed in the plane of the astrolabe. We repeat the diagram. We make arc  $AT$  equal to the complement of the latitude of the locality. So point  $T$  is the place of the intersection of the horizon circle with the meridian circle. Line  $TK$  is the diameter of the horizon in the sphere for the assumed locality. Arc  $KD$  is the altitude of the pole above the horizon. The circle on the plate drawn on diameter  $ZL$  is the horizon of the locality. The proof for that is similar to what has preceded.

<sup>1</sup>From the *Qur'ān* 68, 4.

وإذ قد وضح ما قد بينا فلنبين كيف تتشكل دوائر المقنطرات في  
 سطح الأسطرلاب فنقول إن من البين أن قوس ط د ك نصف الظاهر من فلك  
 نصف النهار في الأفق المفروض فنجعل قوسى ط س ك ن مساويين للارتفاع  
 المفروض فنصل بين س ن بخط فهو قطر لمقنطرة ذلك الارتفاع في الكرة  
 10 ونخرج خط ب س ع ب ن ف ليلقى خط ز د على نقطتى ع ف فخط ع ف  
 قطر لهذه المقنطرة في صفيحة الأسطرلاب فننصف خط ع ف على ص فندير  
 على ص ببعد ص ف دائرة فهو المقنطرة المفروضة وعلى مثل ذلك ترسم جميع  
 المقنطرات لجميع الآفاق وبرهان ذلك نظير لما مر .

3. Chapter 5, lines 88–96 (كهية ... البروج)

< lac. > ذلك فإننا نحتاج إلى تحرير الصفيحة لكى < lac. > الكواكب وما  
 يصل بعض ذلك بعض إلى بعض فنقول ننظر أولاً إلى الكواكب الشمالية  
 وهو ما وقع داخل فلك البروج فما كان منها أى من الكواكب الشمالية قريباً  
 من الدائرة الصغيرة التى تديرها على القطب أضفناه إلى تلك الدائرة كهية ما  
 أضفنا النسر الواقع والفكة إلى الدائرة الصغيرة وما كان من الكواكب قريباً  
 5 من فلك البروج أضفناه إلى فلك البروج كهية ما أضفنا النسر الطائر  
 ورجل الجوزاء ومنكب الفرس إلى فلك البروج .

viz leg. [الدائرة 4] supra [التى 4] sic MS [يلقى 11] sic MS [خط 11] مساويين 9  
 ويد 5 supra [النسر 5] ورجل 7 corr. ex

Since what we have set out earlier is clear, let us show how the almucantar circles are formed in the plane of the astrolabe. We say: it is clear that arc *TDK* is half of the visible [part] of the meridian circle in the assumed horizon. So we make arcs *TS KN* equal to the assumed altitude. We join *SN* with a line: it is a diameter of the almucantar of that altitude in the sphere. We draw lines *BSO BNF* to meet line *ZD* at points *O F*. So line *OF* is a diameter of this almucantar in the plate of the astrolabe. We halve line *OF* at *C*; about *C* [and] with distance *CF* we draw a circle: it is the assumed almucantar. According to this procedure are drawn all the almucantars for all the horizons. The proof of that is the analogue of what came [earlier].

3. Chapter 5, lines 88–96

... that, because we need to inscribe the plate so that ... the stars and what joins some of them to each other. We say: first we look at the northern stars, that is, what falls inside the zodiac. Those of them, i.e. of the northern stars, that are near the small circle which you drew about the pole, we attach to this [circle], as we attached *al-nasr al-wāqī* and *al-fakka* to the small circle. Those of the stars that are near the zodiac we attach to the zodiac, as we attached *al-nasr al-ṭā'ir*, *rijl al-jawzā* and *mankib al-faras* to the zodiac.

*Addition in B at the end of Chapter 4*

استخراج خط نصف النهار من ظل العضاءة ، ونأخذ السم من الصفيحة ،  
 مثال ذلك لتفهمه إذا أخذت الارتفاع فانظر كم خرج له من السم فإذا  
 علمت السم كم هو قبل نصف النهار فكان السم خرج خمسين فضع  
 مري العضاءة على خمسين فيما بين  $\bar{B}$  إلى  $\bar{D}$  ثم حرك الأسطرلاب حتى  
 يتبين الكرسي فيكون خط  $\bar{B}$   $\bar{D}$  حينئذ هو خط نصف النهار ، وإن كان <sup>5</sup>  
 قياسك بعد الزوال فضع المري على خمسين فيما بين  $\bar{B}$  إلى  $\bar{A}$  وافعل مثل  
 فعلك الأول فخط  $\bar{D}$   $\bar{B}$  أيضاً هو خط نصف النهار وكذلك في جميع العروض  
 فاعمل على هذا المثال الذي مثله لك فخط  $\bar{D}$   $\bar{B}$  أبداً هو خط نصف النهار .

*Addition in B*

Obtaining the meridian line from the shadow of the alidade. We take the azimuth from the plate. *Example* to understand it: when you have taken the altitude, see how much of the azimuth emerges for it. When you know how much the azimuth is before midday and the azimuth emerges as [say] 50, place the pointer of the alidade at 50, between *B* and *G*; then move the astrolabe until the throne [*al-kursīy*] becomes visible. Then line *BD* is [in the place of] the meridian line. If your sighting is after noon, place the pointer at 50, between *B* and *A*, and do as you did in the first case. Then line *DB* is again the meridian line. The same applies to all latitudes. Proceed according to this example, which I have given you: line *DB* is always the meridian line.



Extra table in T (f. 45r)

مقنطر > عرض ل الجنوبي					Southern almucantars of lat. 30				
الأجزاء		الأبعاد		الأنصاف	degrees	distances		halves	
افق	ه	بو	لط	بح	hor.	5	16	39	18
و	و	كح	مط	كه	6	6	23	49	25
س	ر	لح	سه	مط	12	7	33	65	49
بح	ح	مد	صر	نا	18	8	44	97	51
كد	ي	ا	قصب	لب	24	10	1	192	32
ل	با	ك	ه	ه	30	11	20	0	0
لو	س	مو	قفا	ح	36	12	46	181	8
مب	د	بو	فو	كا	42	14	16	86	21
مح	ه	نه	ند	ه	48	15	55	54	5
ند	ر	ما	لر	كح	54	17	41	37	23
س	بط	لط	كو	نا	60	19	39	26	51
سو	كا	مط	بح	ن	66	21	49	18	50
عب	كد	بو	مح	كسم	72	24	16	13	28
عح	كر	د	ح	لح	78	27	3	8	33
فد	ل	ه	د	ي	84	30	15	4	10
سمت	لد	ب	ه	ه	zen.	34	2	0	0

#### Notes

1. Against the entry for altitude 30° is خط مستقيم (straight line), against lower altitudes الشمال (north), and against higher altitudes الجنوب (south).

2. With one exception the entries are exact, as calculated from Table 1, rounding, where necessary, being rounding up. In the entry for the semidiameter for 66° we find 18;50, but 19;19 (after rounding down) would be correct. The calculation is  $\frac{1}{2}[f(144) - f(96)]$ , where  $f$  is the function tabulated in Table 1. No reasonable misreading of table entries for  $f(144)$  explains the error. The same goes for  $f(96)$ , anyway an unlikely source of error, since the correct value, 21;49, appears as the "distance" of the 66° almucantar. A possible explanation of the error is the dropping of 1 in the subtraction of  $f(96)$  from  $f(144)$ .

## Appendix 2

### Titles and Colophons

## Titles

Manuscripts CBMLP begin with *qāla Aḥmad ibn Muḥammad* ... directly after the *basmala* and religious formulae. For the beginning of S, see Appendix 1. For T and D we do not have a beginning. K has, before *qāla*:

كتاب أحمد بن محمد بن كثير الفرغاني المعروف بالكامل في صناعة  
الأسطرلاب الشمالي والجنوبي وعللها بالهندسة والحساب .

## Colophons

C تم كتاب أحمد بن محمد بن كثير في صناعة الأسطرلاب والبرهان عليها،  
على يد الفقير إلى رحمة ربه عز وجل محمد بن يعقوب بن علي المالكي  
مذهباً مما علقه لنفسه في شهور سنة ٧٧٨ هجرية والحمد لله رب العالمين  
حمداً يوافي نعمه ويكافي مريده (؟)، وصلى الله وسلم على خير خلقه محمد  
 وآله وصحبه والحمد لله رب العالمين وحسبنا الله ونعم الوكيل .

B تم الكتاب وهو سبعة أنواع بالتمام .

T تم الكتاب والحمد لله على نعمائه .

S وبتمام ذلك تم كتاب الكامل بحمد الله وعونه وكان الفراغ منه يوم  
الأربعاء الرابع من شهر ربيع الأول أحد شهور سنة ثلاثة وخمسين وستمائة  
من الهجرة .

## Title in K

The book of Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr al-Farghānī known as *al-Kāmil* [The Perfect One] on making the northern and southern astrolabe[s] and their rationales, geometrically and arithmetically.

## Colophons

C Finished is the book of Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr on making the astrolabe and the proof of it, by the hand of the one needing the compassion of his Lord – mighty and exalted is He –, Muḥammad ibn Ya'qūb ibn 'Alī, of the Malikite school, from what he wrote for himself, in the months of the year 778 Hijra [1376-77 AD]. Praise to God, Lord of the worlds, adequate to His benefactions and corresponding to [...]. Blessings of God and peace on the most excellent of His creatures, Muḥammad, and his family and his companions. Praise to God, Lord of the worlds. God is sufficient for us and He is the best advocate.

B Finished is the book. It is seven chapters altogether.

T Finished is the book. Praise to God for His grace.

S And with the end of that is finished the book *al-Kāmil* with the praise of God and His help. It was finished on Wednesday, the fourth of the month of Rabī' al-Awwal, one of the months of the year 653 of the Hijra [13 April 1255 AD].

D تم كتاب أحمد بن محمد بن كثير في صناعة الأسطرلاب والبرهان عليها،  
والحمد لله رب العالمين وصلى الله على سيدنا محمد النبي وآله وسلم تسليماً  
فرغه كتابةً وتسكيراً الفقير إلى الله تعالى على بن حامد بن أبي بكر  
البويطي في عام ثلثة وثمانين وسبعمئة للهجرة غفر الله له ولوالديه ولجميع  
المسلمين آمين .

M وعلى الله التوفيق وله الحمد والشكر وصلى الله على سيدنا محمد وآله  
وصحبه أجمعين .

L تم الكتاب بحمد الله وحسن توفيقه وصلاته على جميع أنبيائه الكرام  
والحمد لله وحده على نعمائه .

K تم الكتاب بمون الله الوهاب .

P ا<ل>كتاب تمت تمام سنة ١١٠٧ .

D Finished is the book of Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr on making the astrolabe and the proof of it. Praise to God, Lord of the worlds. God bless our lord Muḥammad, the Prophet, and his family and give [them] peace. Finished has the writing and transcribing the one in need of God (be He exalted), 'Alī ibn Ḥāmid ibn Abī Bakr al-Buwītī, in the year 783 of the Hijra [1381-82 AD]. May God forgive him and his parents and all the Muslims. Amen.

M Success comes from God; to God be praise and thanks. God bless our lord Muḥammad, his family and his companions, all of them.

L Finished is the book, with praise to God and His good success. His blessings be upon all His noble prophets. Praise to God alone for His grace.

K Finished is the book with the help of God, the Giver.

P The book is completely finished [in the] year 1107 [Hijra = 1695-96 AD].

## Appendix 3

Ibn al-Ṣalāḥ

On Projection (excerpt)



Excerpt from Ibn al-Ṣalāḥ, *Kitāb fī kayfiyat taṣṭīḥ al-basīṭ al-kurī*, MS Istanbul, Topkapı Sarayı, Ahmet III 3342, 55v–56v. MS Süleymaniye Kütüphanesi, Carullah 2060, 143v ff., has been consulted for doubtful readings.

فنظرت الكتب المؤلفة في هذا الفن وهي الموجودة في زمانى نحو ... وكتاب  
الفرغانى الموسوم بعلل وعمل الأسطرلاب ... فوجدتها على غير ما أشار إليه  
وذلك أن العلم في بعضها مدج من غير إيضاح كيفية العمل ... وفي بعضها  
العلم مقصر والعمل بطريق شاق نحو كتاب الفرغانى فإنه يقدم مقدمات  
بعضها لا يحتاج إليها إذا حقق النظر وهي المقدمة الأولى وبعضها وهي  
5 المقدمة الثانية يختص فيها الموضوع مع عموم حكمه لأنه يشرط فيه وقوع  
المخروط في الكرة وهو شرط زائد لا يحتاج إليه لأن المخروط وإن لم يكن  
في كرة محكمة هذا الحكم < ... > وأسقط شرطاً يحتاج إليه وهو قطع  
المخروط بسطح يمر على رأسه ويقوم على قاعدته على زوايا قائمة واستعمل  
هذا الشرط بعينه في البرهان بفصل المخروط على أقصر الضلعين ومهما لم  
10 يشترط ذلك في الأول لم يصح على ما في الشكل الخامس من المقالة الأولى  
من كتاب المخروطات لأبلونيوس وكذلك أيضاً في بعض هذا الشكل يرد  
بعض مقدماته وهي التي يكون فيها القطع موازياً لقاعدة المخروط إلى كتاب  
محمد بن موسى المنجم في الكرة وهذا هو الشكل الرابع من المقالة الأولى  
من كتاب أبلونيوس في المخروطات فيظهر من ذلك أنه لم يقف على كتاب  
15 أبلونيوس في المخروطات ومهما لم يقف على هذا الكتاب لم يمكن استيفاء  
القطوع التي يحاولها معلومة في هذا الكتاب بل على طريق جزئى كما يظهر

I investigated the books written on the subject that are available in my time, such as ... and the book of al-Farghānī entitled "Theoretical Principles [*ilal*] and Construction [*amal*] of the Astrolabe" ... I found them [to be] different from what [my patron] was asking for, because in some of them the theory [*al-ilm*] is introduced without explanation of the way of construction ... and in some the theory is too short and the construction is toilsome, as in the book of al-Farghānī. For he delivers lemmas of which some, on exact study, are unnecessary – like the first lemma –; and others, like the second, where he makes the matter particular although it is quite generally applicable, since he makes in it the placing of a cone in a sphere a condition – but that is a superfluous condition, which is not needed, because the cone, even if it is not in a sphere made according to this rule, < ... ><sup>1</sup> and he omits a condition that is needed, i.e. the intersection of a cone with a plane that goes through its apex and stands perpendicular to its base. He uses this very condition with the proof in the section of a cone on the shorter of [its] two sides. Since he does not make that a condition in the first [case], it is not correct by Proposition 5 of Book I of the book on con[ic section]s by Apollonius. Similarly, in a part of this proposition he also traces one of his lemmas, namely the one in which the intersection is parallel to the base of the cone, back to the book of Muḥammad ibn Mūsā al-Munajjim on the sphere. But that is the fourth proposition of Book I on con[ic section]s by Apollonius. From this it becomes clear that he had not read Apollonius' book on con[ic section]s. In so far as he has not read this book, he is not fully able to understand the sections which he aims at and which are made known in this book, but only partially, as is clear

<sup>1</sup>Here there is an anacoluthon.

من كلامه وكذلك في مطالب عدة لا يذكر البرهان عليها في كتابه مع غموضها واستعماله إياها منها أنه في الأسطرلاب الجنوبي لم يبين لم كانت مقنطرة عرض البلد خطأ مستقيماً موازياً لأفق الاستواء ولم كانت المقنطرات التي ارتفاعها دون عرض البلد محيطة بدائرة الأفق والمقنطرات التي هي أكثر من عرض البلد غير محيطة بهذه المقنطرات ولا هذه المقنطرات محيطة بها بل قال في النوع السادس من كتابه ينبغي أن تعلم أن مقنطر عرض البلد يقع خطأ مستقيماً ثم ذكر كيفية رسمها وغيرها من المقنطرات وحدد جهاتها من غير برهان وفي سائر أعماله يذكر مسطرة مقسومة بالأجزاء وأجزائها لكي يطابق 25 بها الأعداد المذكورة في الجداول وهي طريقة شاقة ويقع فيها من التفاوت ما لا يقع في قسمتنا محيط الدائرة واستخراجنا الخطوط منها ثم زيف في النوع السابع من كتابه آراء القائلين بالتسطيح على غير الوجه الذي ذكره وقد ذكرنا تزييف رأيه في أكثر ذلك عند كلامنا في الأسطرلاب المبطن .

from his words. Similarly, in several topics he gives no proof for them in his book, although they are obscure and [although] he applies them. To them belongs that for the southern astrolabe he does not explain why the almucantar of [altitude equal to] the latitude of the place is a straight line parallel to the horizon of the equator [*ufq al-istiwā'*], and why the almucantars whose altitude is less than the latitude of the place surround the horizon circle and [why] the almucantars which are greater [in altitude] than the latitude of the place do not surround these almucantars nor do these almucantars surround them. Moreover, he says in Chapter 6 of his book, "You must know that the almucantar of the latitude of the place appears as a straight line". Then he describes how one draws it and the other almucantars and establishes their directions without proof. In his other [instructions for] making [the instrument] he mentions a rule divided into parts and their parts, so that it conforms in them to the values given in the tables. That is a laborious method and in it comes a deviation that does not come about with our dividing of the circumference of the circle and our obtaining of the lines from it. Further, in Chapter 7 of his book he considered false the opinions of those who teach projection in a way different from that which he had mentioned. I have mentioned the falseness of his opinion on most of that in my treatment of the melon-shaped astrolabe.

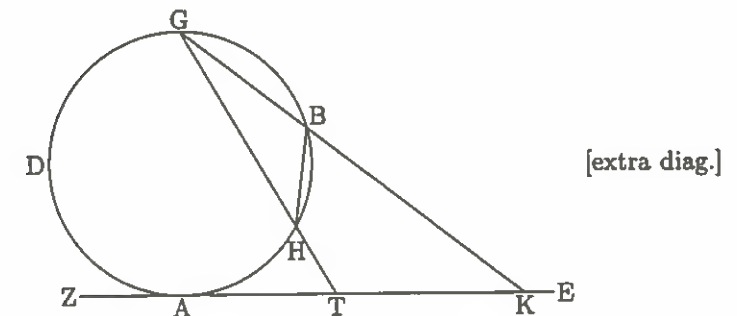
## Mathematical Summary

This summary is intended to reproduce as closely as possible the mathematical content of the text. Sometimes square brackets, [ ... ], are used to include material only implicit in the text. Some lengthy enunciations are here represented by short statements including diagram letters. Some of the diagrams are modernized and occasionally extra diagrams are supplied. In all cases their origin is indicated on the right in square brackets; the same numeration is used as in the translation, preceded by "cf." if the diagram has been modified. Some diagrams contain information given in the text as construction – in which case the information is usually not explicitly given again. Occasionally, a short summary of a theorem is given after the theorem itself. For the most part, descriptive passages are radically abbreviated.

### Chapter 1: Mathematical preliminaries

#### [Proposition 1 – lemma]

Draw  $\odot ABGD$  and diameter  $AG$   
 Through  $A$  draw  $EZ$  tgt to the circle  
 Draw  $BH$  anywhere in the circle  
 Draw  $GB$   $HG$  and produce them to  $K$   $T$  on line  $EZ$



I say:  $\triangle GKT \sim \triangle GHB$ , [i.e.]  $\angle TKG = \angle GHB$  and  $\angle KTG = \angle HBG$

Proof: draw  $BL \perp AG$ ; draw  $AB$

$\angle ABG$  is rt.,  $\therefore$  it is subtended by the diam. of a circle





$AB$  is the shortest line from  $A$  to base  $BGD$  and  $AD$  is the longest  
 Bisect  $TK$  at  $M$   
 Take  $[L]$  anywhere on  $KLTN$ : we shall show that  $ML = KM$   
 Draw  $ML, KL, LT$   
 Produce the cone and plane  $[AZT]$   
 Let plane  $SLO$  [1] cut plane  $KLTN$ , [2] cut the cone at  $L$  and [3]  
 $\parallel$  [plane]  $\odot BGD$   
 $\therefore$  figure  $SLO$  is a circle, as Muḥammad ibn Mūsā proved<sup>2</sup>  
 Let  $SO$  be the c.s. of  $\odot SLO$  and plane  $AZT$   
 Let  $SO$  intersect  $KT$  at  $F$   
 But plane  $AZT$  cuts the planes of circles  $BGD$   $SLO$ , which are  
 parallel and in one cone;  $DB$  and  $SO$  are the c.s.s  
 $DB$  is a diam. of  $\odot BGD$ :  $\therefore SO$  is a diam. of  $\odot SLO$ <sup>3</sup> [i]  
 Planes  $KLTN$  and  $SLO$  intersect at  $L$ ; they  $\perp$  plane  $AZT$  on  $TK$   
 $SO$   
 $\therefore$  their c.s.  $\perp$  plane  $AZT$  (Euclid [XI 19]): it is  $LF$  [ii]  
 $\hat{A}ZT$  is rt.,  $\therefore AZ \perp$  tgt plane  $TQY$   
 Now  $Z\hat{T}A = A\hat{D}B$  by Prop. [1]  
 And  $A\hat{D}B = A\hat{S}O$  [ $\because BD \parallel SO$ ]  
 $\therefore A\hat{S}O = Z\hat{T}A$   
 And  $K\hat{F}S = T\hat{F}O$   
 $\therefore$  there remains [in  $\triangle TOF$   $SKF$ ]  $T\hat{O}F = S\hat{K}F$   
 $\therefore \triangle SFK \sim \triangle FTO$   
 $\therefore KF \cdot FT = SF \cdot FO$   
 But  $SF \cdot FO = LF^2$ ,  $\therefore LF \perp SO$  [by ii] and  $SO$  is a diam. of  
 $\odot SLO$  [by i]  
 $\therefore KF \cdot FT = LF^2$   
 $\therefore K\hat{L}T$  is rt.<sup>4</sup>

<sup>2</sup>In Ṭūsī's *Tahrīr* of the *Kitāb ma'rifat misāḥat al-ashkāl al-basīṭa wa-l-kurīya* by the Banū Mūsā (for whom see Sezgin, *GAS* VI 246–252), this appears as Prop. X (Ṭūsī [1940], pp. 13–14). The original Arabic text appears to be lost, but in the Latin translation of it by Gerard of Cremona, which goes under the titles of *Verba filiorum* and *Liber trium fratrum*, it is also Prop. 10; see Clagett [1964], pp. 298–301. Despite Clagett's diagram (p. 299 left), the theorem is valid for any cone, not just a right circular cone. It is based on Euclid XI 16.

<sup>3</sup>This is proved in the same theorem (see previous note) by the Banū Mūsā.

<sup>4</sup>This follows either because the previous line implies that  $L$  is on a circle of diam.  $KT$ , in which case this and the remaining lines are superfluous, or because the previous line implies that  $KF : LF = LF : FT$ , so that  $\triangle KFL \sim \triangle LFT$ , and hence, from the consequent equality of angles,  $K\hat{L}F + F\hat{L}T = F\hat{T}L + L\hat{R}F$  and so must = rt.

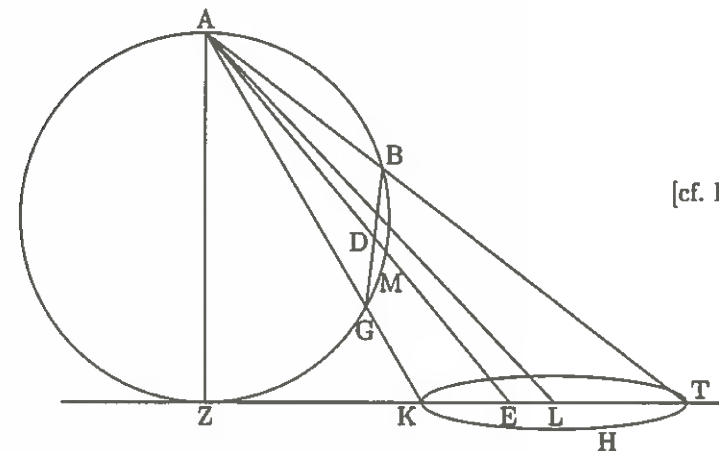
Diam.  $KT$  is bisected at  $M$ ; and from  $M$  is drawn  $ML$ :  
 $\therefore ML =$  each of  $KM, MT$   
 $\therefore$  any line from  $M$  to  $KLTN =$  each of  $KM, MT$   
 $\therefore KLTN$  is a circle of diam.  $KT$  and centre  $M$

[Summary of argument:

Take any point  $L$  on  $KLT$ , the image of  $\odot BGD$  in the tgt plane.  
 Draw a plane through it and parallel to plane  $\odot BGD$   
 This cuts the cone in a circle,  $\odot SLO$ , of diam.  $SO$   
 $LF$ , the c.s. of plane  $SLO$  and the tgt plane,  $\perp$  plane  $AZT$   
 $A\hat{S}O = A\hat{D}B = Z\hat{T}A$  [ $\because SO \parallel BD$  and by Prop. 1]  
 $\therefore \triangle SFK \sim \triangle TFO$   
 $\therefore KF \cdot FT = SF \cdot FO$ , and this =  $LF^2$  ( $\because LF \perp$  diam.  $SO$  of  $\odot SCO$ )  
 $\therefore L$  is on circle of diam.  $KT$  – and the same for all points  $L$

[Proposition 3] The line from the apex of the cone through the centre of the base does not pass through the centre of [the image of the base] on the tangent plane.

We repeat the diagram  
 Bisect diam. of base of cone [now  $BG$ ] at  $D$   
 Draw  $AD$  and produce it to cut  $TK$  at  $E$   
 Let  $EA$  cut  $\odot[ABGZ]$  at  $M$



[cf. Fig. 1.3]

Line  $GB$  is bisected at  $D$ ;  $AD$  has been drawn ending at line  $[KT]$  and [as will be proved] not passing through the centre of  $\odot[THK]$

$$\therefore \widehat{GM} < \widehat{MB}^5$$

$$\therefore \widehat{G\hat{A}M} < \widehat{M\hat{A}B}$$

From  $\widehat{M\hat{A}B}$  let  $\widehat{B\hat{A}L}$  be cut off =  $\widehat{G\hat{A}M}$

I say:  $L$ , on line  $TK$ , is the centre of  $\odot KHT$

Proof:  $\widehat{T\hat{A}L} = \widehat{G\hat{A}D}$  and  $\widehat{L\hat{T}A} = \widehat{D\hat{G}A}$  [by construction, by Prop. 1]

$\therefore$  there remains  $\widehat{G\hat{D}A} = \widehat{A\hat{L}T}$  [from  $\triangle s ALT ADG$ ]

$$\therefore \triangle ALT \sim \triangle ADG$$

$$\therefore GA : AT = GD : TL$$

But, from above,  $GA : AT = BG : TK$  [ $\because \triangle ABG \sim \triangle AKT$  and Prop. 1]

$$\therefore GD : TL = BG : TK$$

$$\therefore, \text{alternando, } DG : GB = LT : TK$$

$$\text{But } GD = \frac{1}{2} BG$$

$$\therefore TL = \frac{1}{2} TK$$

And  $TK$  is diam. of  $\odot THK$ : [ $\because L$  is the centre of  $\odot THK$   $\therefore$  line  $AD$ , from the apex of the cone through the centre of its base in the sphere, cuts diam.  $TK$  at  $E$ , not its centre<sup>6</sup>

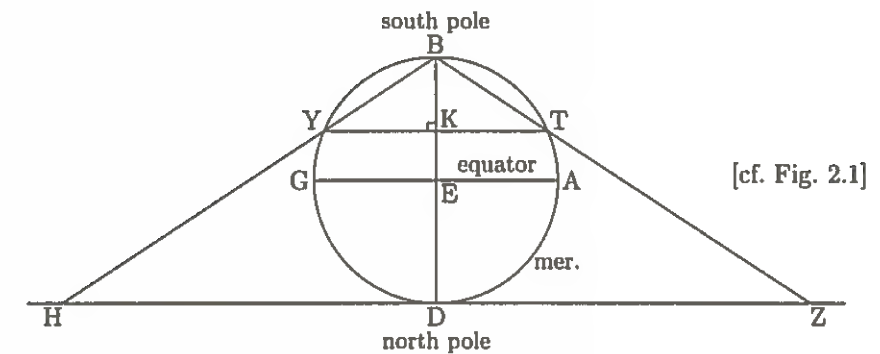
### Chapter 2: The circles and lines of the astrolabe

All circles on the sphere become circles or (for meridians) straight lines on the astrolabe. In the northern projection, all that occurs – e.g. complete circles – between the north pole and a parallel-circle similarly occurs in the plane [between the centre and the image of the circle]; all that occurs between the circle and the south pole does not appear on the plane. *Vice versa* for the southern. Circles that intersect the parallel-circle on the sphere intersect its image on the plate.

In the plane tangent at  $D$  imagine a circle drawn about  $D$  and diameter  $ZH$  [as the largest circle on the astrolabe plate].

<sup>5</sup>No doubt because the line through the centre of  $\odot ABGZ$  ( $C$ , say) and through  $D$  would bisect  $\widehat{BG}$  (say at  $M'$ ); and  $M'$  will be above  $M$ , because  $A$  is above  $C$ .

<sup>6</sup> $L$  cannot coincide with  $E$ , for then  $\widehat{G\hat{A}M} = \widehat{M\hat{A}B}$  (see previous note).



[1] Great circles that intersect at the poles become straight lines.

Keep  $B$  fixed and rotate the chord initially  $BD$  in circle  $ABGD$ : it goes through line  $ZH$ . Or: plane  $ABGD$ , when produced, intersects the plane of the astrolabe and forms a straight line as common section. Similarly with other great circles through the poles. They all intersect at  $D$ .

Draw  $BZ$   $BH$ , cutting the meridian at  $T$   $Y$ .

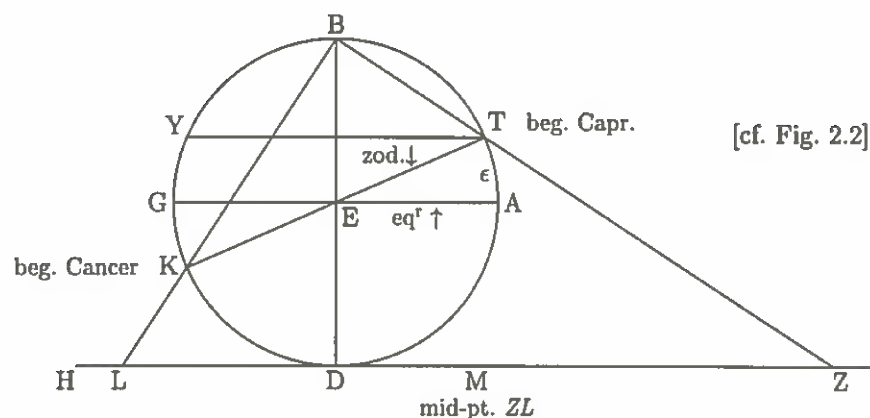
Clearly,  $\widehat{AT} = \widehat{GY}$

$\therefore$  circle centre  $K$  and radius  $KT \parallel$  equator

Let the surface of the cone of base this circle and apex  $B$  be produced to the plane tangent at the north pole: the common section is a circle centre  $D$ .

Since the two circles are parallel, fix point  $B$  and rotate  $BT$  round the circle on line  $TY$ : it goes through the maximum circle on the plate. The degrees whose courses cut the meridian circle [i] between  $D$  and  $T$  fall on the plane of the circle of diameter  $ZH$  and [ii] between  $T$  and  $B$  do not fall on the surface of the plate. We cannot draw the south pole on the astrolabe, because the planes tangent at  $D$  and  $B$  are parallel. The poles are fixed, but all that falls on the surface of the astrolabe is mobile. Therefore it is impossible that both poles fall on the astrolabe.

[2] *The zodiac*



*I say: ZL is the diameter of the zodiac and its centre is M. Proof: rotate line BZ so that it goes round the zodiac circle in the sphere. The centre of the zodiac falls outside the centre of the plate, since the zodiac on the sphere is not parallel to its representative on the plate.*

### [3] Meridian circles

Meridian circles become straight lines through the pole. When they pass through degrees of the zodiac on the sphere, they divide the equator at the divisions of the corresponding right ascensions; in the plate lines through the centre do likewise.

[4] Horizon and almucantars: their centres on the plate are at different points on the meridian line, all different from the zenith.

Produce the cone, of base the horizon and of apex  $G$ , to the plane of the plate.

Their c.s. is a circle of diam.  $ZL$

From  $B$  take  $\hat{BS} = 30^\circ$

$SO \parallel BD$ :  $SO$  is diam. of  $\odot$  of alt.  $30^\circ$  from hor.

Draw  $GS$   $GO$  and produce them to  $ZH$ , cutting it at  $N$   $M$ :

$NM$  is diam. of the almucantar

Bisect  $\widehat{OS}$  at  $F$ :  $F$  is the zenith

Draw  $GF$  and produce it to  $ZH$ , cutting it at  $T$ .  $T$  is the zenith and is  $90^\circ$  from  $LZ$ <sup>7</sup>

$$T\hat{G}N = T\hat{G}M, \because O\hat{F} = F\hat{S}$$
 $GA \perp MT$ 
$$\therefore MT < TN, \because \triangle MGT : \triangle TGN = MT : TN \text{ and } M\hat{G}T = T\hat{G}N \text{ and } GN > GM^8$$

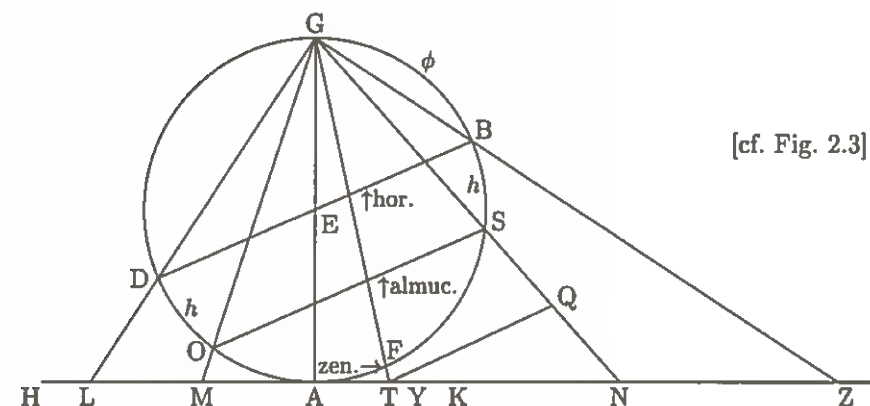
For if  $GQ = GM$  on line  $GN$ , and  $TQ$  is drawn, lines  $TG GQ$   
 $=$  lines  $TG GM$

$$\therefore \Delta MGT = \Delta TGQ$$

And  $\Delta TGN > \Delta TGQ$ ;  $\therefore |\Delta TGN| > \Delta TGM$

$$\therefore TN > TM$$

Bisect  $MN$  at  $Y$ .  $Y$  is centre of almuc. of  $30^\circ$



Again,  $L\hat{G}M = Z\hat{G}N$ ,  $\therefore D\hat{O} = B\hat{S}$

$\therefore$ , as before,  $LM < ZN^9$

$$Y_N = Y_M$$
$$\therefore YL < YZ$$

Bisect  $ZL$  at  $K$ :  $K$  is centre of the hor.- $\odot$  in the plate

<sup>7</sup>This must refer to the arcs on the sphere that these distances represent.

<sup>8</sup>This is just stated, but may be proved:  $\widehat{GD} > \frac{1}{4}\odot > \widehat{GB}$ ;  $\therefore \widehat{GO} > \widehat{GS}$ ;  $\therefore \widehat{GSO} > \widehat{GOS}$ ;  $\therefore \widehat{GMN} > \widehat{GNM}$  (by Prop. I 1);  $\therefore GN > GM$  (Eu. I 19).

$\therefore L\hat{G}M = Z\hat{G}N$ ,  $GM < GN$  and  $G\hat{M}L < G\hat{N}Z$ ,  $\triangle GML$  may be copied within  $\triangle GNZ$ ;  $\therefore \triangle GML < \triangle GNZ$ ;  $\therefore LM < ZN$ .

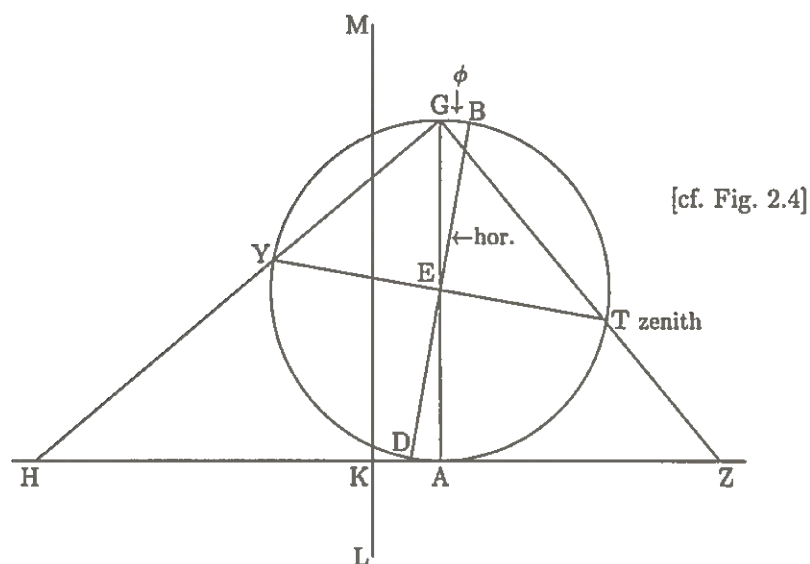
Now the zenith is at  $T$ ; the centre of the almuc. of  $30^\circ$  is at  $Y$ ; and the centre of the hor. is at  $K$ . Of the almucantars, whichever is further from the zenith has its centre further from  $T$  in the plate<sup>10</sup>

For lat.  $90^\circ$ ,  $GB = 90^\circ$ ,  $BD \perp AG$ , and  $A$  is the zenith in both sphere and plate. The almucantars are concentric, with centre  $A$ .

For lat.  $0^\circ$ , the horizon is a straight line in the plate.

[5] *The azimuths*

As before,  $\odot ABGD$ , centre  $E$ , diam.  $AEG$ ;  $ZH$  is tangent to the circle at  $A$ .



$GB = \phi$ ; draw  $BED$ , the horizon  
Bisect  $DAB$  at  $T$ :  $T$  is the zenith  
Draw diam.  $TEY$   
 $\therefore$  the azimuth circles in the sphere intersect at  $T$   $Y$

<sup>10</sup>This has indeed been proved, since in the above argument no use is made of  $BD$ 's being a diameter.

Draw  $GT$   $GY$  and produce them to  $ZH$ , cutting it at  $Z$   $H$ . These are the zenith and opp. point in the plate  
Bisect  $ZH$  at  $K$ :  $K$  is the centre of the az.- $\odot$  of the rising and setting point of Aries and Libra

On the plate this az.- $\odot$  intersects the hor. circle and the hor. circle of the *sph.*  $r.$ , all at two points, because the three circles intersect on the sphere at the rising and setting points of the equinox.

Draw  $LKM \perp ZH$ .

*I say:* the centres of all the azimuth circles fall on  $KLM$

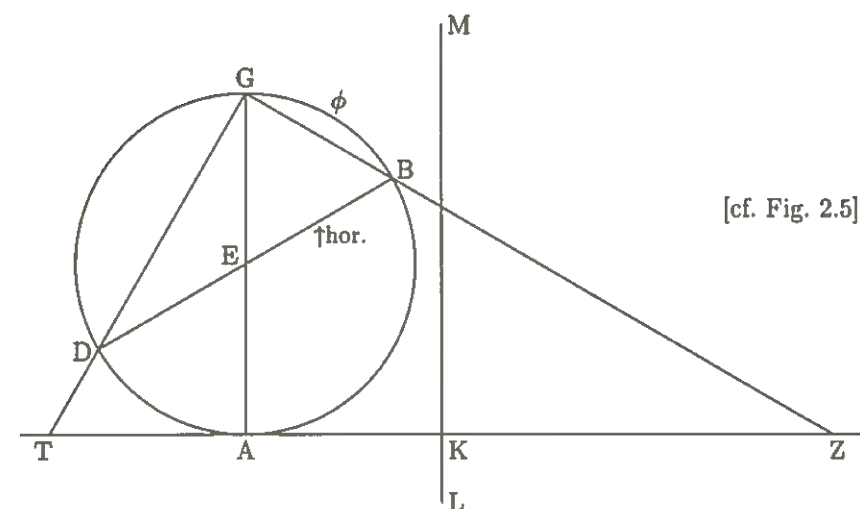
*Proof:* The azimuth circles all go through  $Z$   $H$

$\therefore$   $ZH$  is a chord of all of them.

It is bisected at  $K$ ;  $LKM$  is prod. in both directions and  $\perp ZH$

$\therefore$   $LKM$  goes through the centre of all the az.- $\odot$ s on the plate

[6] *Great circles through the points of intersection of horizon and meridian*



$GB = \phi$

Draw diam.  $BED$

Draw  $GB$   $GD$  and produce them to line  $ZH$ , cutting it at  $Z$   $T$



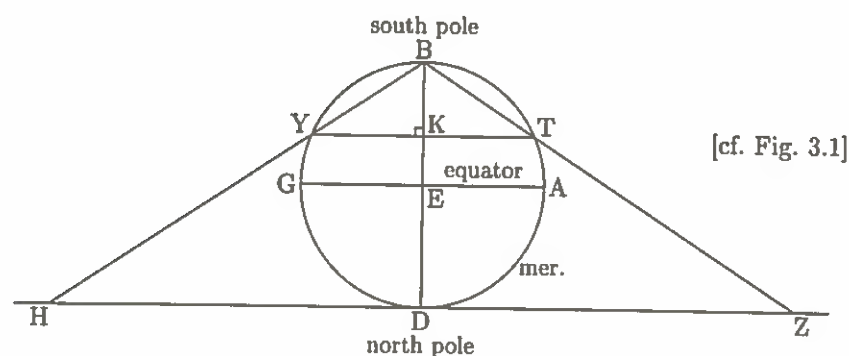


*Chapter 3: To find the diameters and centres of the circles of the astrolabe*

[1] *The parallel circles*

From these circles we can find the diameters [and centres] of all the circles on the astrolabe.

We repeat the diagram [i.e. Fig. 3.1 = Fig. 2.1]



$$AT = \epsilon = 23;33^\circ$$

$$\therefore \widehat{DAT} = 113;33^\circ$$

$TY \parallel ZH$ , the meridian line in the plane

$$\therefore TK : KB = ZD : DB$$

But  $TK = \sin \widehat{TB}$ ,  $KB = \text{Vers } \widehat{TB}$ ,  $DB = \text{diam. of sphere}$

$$\sin \widehat{TB} (= 55;0,10 \text{ when diam. } DB = 120) \cdot DB = 6600;20$$

$$\text{This } \div KB (= 36;1,37) = 183;12,20 = DZ, \text{ semid. course of Cap.}$$

We make  $ZH$ , diam. of course of Cap., = 60 parts, for ease of division

$$\text{On scale in which } DZ = 30, DB = [120 \times 30 / 183; 12, 20 =] 19;39$$

We apply these parts in line  $DB$ , instead of 120.

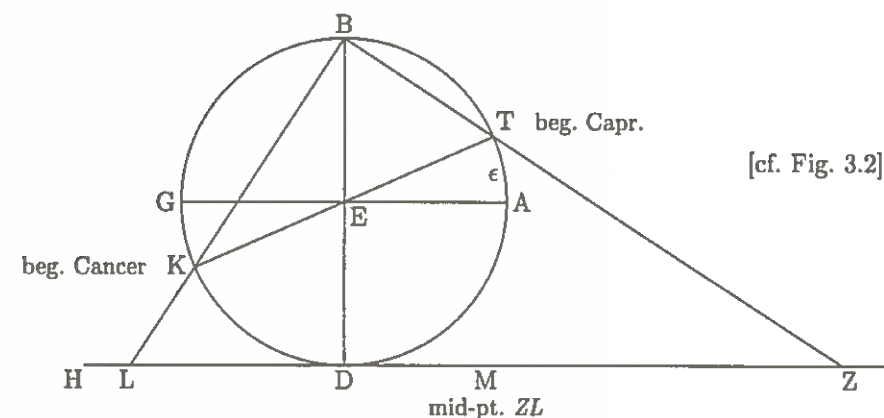
This brings no error, since  $DB \propto ZH$  and  $DB$  and  $ZH$  are the same kind of quantity<sup>13</sup>

<sup>13</sup>Perhaps this means that, in calculating  $DZ$  from  $\widehat{TB}$  (for any  $\widehat{TB}$ ), merely substituting 19;39, instead of 120, for  $DB$  will produce  $\widehat{DZ}$  in the new scale (in which the diameter of the circle of Capricorn = 60), for  $\sin \widehat{TB}$  and  $\text{Vers } \widehat{TB}$  can be left in the old scale ( $BD = 120^\circ$ ).

Similarly we find the semidiameters of the courses of every degree from north pole to south pole. We draw up a table of them.

[2] *The zodiac*

We repeat the diagram [i.e. Fig. 3.2 = Fig. 2.2]



$$\widehat{DK} = \text{dist. of north pole to beg. Cancer} = 66;27^\circ$$

From Table [1],  $DL$ , semid. of course of  $K = 12;52$ , where diam. of course of Cap. = 60 and  $ZD = 30$

$$\therefore ZL, \text{ diam. of zodiac,} = 42;52$$

$$\therefore LM, \text{ semid. of zodiac,} = 21;26$$

$$\therefore DM = LM - DL = 8;34, \text{ dist. of centre of zodiac from centre of plate}$$

[3] *The division of the zodiac*

This is achieved with lines through the centre of the plate through the corresponding right ascensions on the equator. We draw up the ascensions in a table.

[4] *The fixed stars*

For each star we need its  $\delta$  and  $\mu$ . If it is possible to draw great circles through the poles of the zodiac [Chapter 2, section 7], the  $\lambda$ s may be found, but the  $\beta$ s can be obtained only by the wearisome division of these circles.

[Two special cases] If the star is on the zodiac,  $\delta = \delta(\lambda)^{14}$  and  $\mu = \lambda$ . If the star is on the circle through both sets of poles,  $\delta$  may be found from  $\beta$  and  $\delta(\lambda)$ :

if they are of the same sign ["on the same side"],  $\delta = \beta + \delta(\lambda)$   
 if they are of different signs,  $\delta = |\beta - \delta(\lambda)|$ .

In other cases,  $\delta$  and  $\mu$  are various. If the star is between the beginning of Capricorn and the beginning of Cancer, and is of the north/south latitude, it arrives at the meridian before/after its degree [on the zodiac]; *vice versa* for a star between the beginning of Cancer and the beginning of Capricorn.

To illustrate this and to determine  $\delta$  and  $\mu$  generally, we proceed as Ptolemy did [in *Almagest* VIII 5].

[case 1] the star is on the zodiac: at  $T$ .

Draw  $Z\hat{K}T$   
 $TK = \delta$

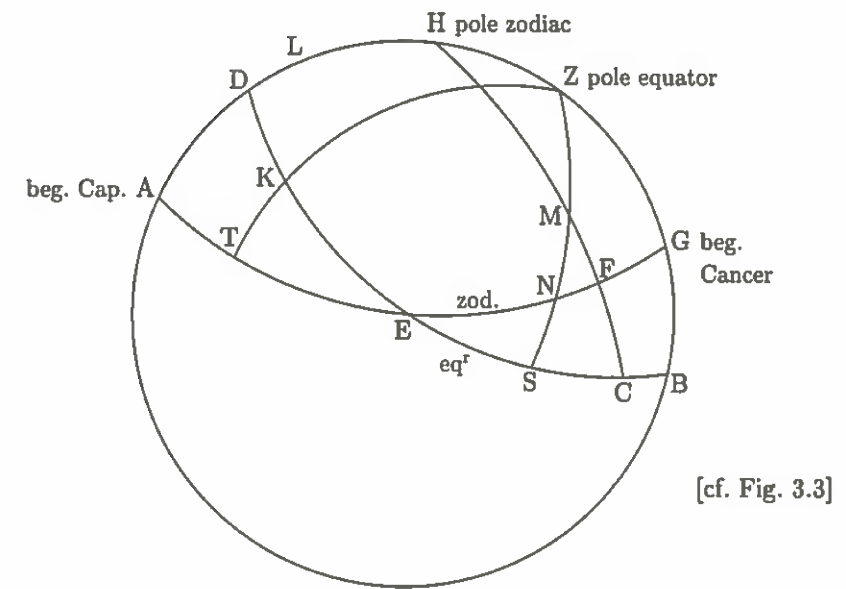
[case 2] the star is on the circle through both sets of poles: at  $L$ .

$A\hat{L} = \beta$ ;  $A\hat{D} = \delta$  ([beg. of] Cap.)  
 $A\hat{L} - A\hat{D} = L\hat{D} = \delta$

Similarly, when the latitude is southern, we take  $\beta + \delta$  (beg. Cap.).

[case 3] the star is not on the zodiac and not on the circle through both sets of poles: at  $M$ .

<sup>14</sup> $\delta(\lambda)$  here means the declination of the point of the zodiac with the same longitude as the star.



[cf. Fig. 3.3]

$F$  is the position of the star in the zodiac [ $AF = \lambda$ ]<sup>15</sup>;  $C$  its "position" in the equator;  $N$  is co-culminating point of the zodiac [ $AN = \mu$ ];  $\hat{M}F = \beta$ ;  $\hat{M}S = \delta$   
 $[\hat{M}S] < \hat{M}C$   $\because \hat{M}SC$  is rt. and  $\hat{M}CS < \text{rt.}$  (as Ptolemy proved)<sup>16</sup>  
 $\text{Sin } \hat{H}B : \text{Sin } \hat{B}Z = (\text{Sin } \hat{H}C : \text{Sin } \hat{C}M) \cdot (\text{Sin } \hat{M}S : \text{Sin } \hat{Z}S)$   
 $[\Delta ZHM / BSC]^{17}$  [1]  
 $\hat{Z}B = \hat{Z}S = \hat{H}F = \frac{1}{4}\odot$ ;  $\hat{H}B = 113;33^\circ$   
 $\hat{F}C$  is known from considerations of declination,  $\because \hat{F}G$  (of zodiac) rises with  $\hat{B}C$  (of equator)<sup>18</sup>:

<sup>15</sup>The usual zero for longitude is the first point of Aries, but al-Farghānī uses the first point of Capricorn in this passage.

<sup>16</sup>For the theorem that the greater side of a triangle lies opposite the greater angle, see Menelaus, *Sphaerica*, I 7 in the edition studied by Björnbo. See Menelaus [1902], p. 28.

<sup>17</sup>For this notation, see Lorch [2001], p. 39 and *passim*.

<sup>18</sup>That is, they would rise together if  $H$  were the pole of the equator,  $\hat{B}C$  were on the zodiac and  $\hat{F}G$  were the co-rising arc of the equator (this way round, since  $\hat{H}FE$  is right and  $\hat{H}CE$  is not). The mention of co-rising is a mathematical device.  $\hat{B}C = 180^\circ - \alpha^{-1}(\hat{A}F)$ , where  $\alpha$  represents al-Farghānī's ascension, measured from the meridian through both sets of poles.

when we convert  $FG$  from right ascensions into degrees of equality, we get  $BC$ <sup>19</sup>

From  $[BC]$  we know  $\widehat{FC}$  [ $\widehat{FC} = \delta(90^\circ - \widehat{BC})$ ]

$$\widehat{MF} = \beta$$

$\therefore \widehat{HC}$  and  $\widehat{CM}$  are known

$\therefore \widehat{MS}$  is known [by 1]

Example of *al-‘ayyūq* [ $\alpha$  Aurigae]

longitude is Gem 5;20° (observation in 225 Yazdijird [856–57AD])

$$\therefore \widehat{AF} = 155;20^\circ$$

$$\alpha^{-1}(155;20^\circ) = \widehat{DC} = 157;13^\circ$$

$$157;13^\circ - \widehat{DE} (= 90^\circ) = \widehat{EC} = 67;13^\circ{}^{20}$$

$$\therefore \delta(67;13) = \widehat{CF} = 21;37^\circ{}^{21}$$

$$\widehat{FH} + 21;37^\circ = \widehat{CH} = 111;37^\circ$$

$$\widehat{FM} (= \beta = 22;50^\circ \text{ by observation}) + \widehat{CF} = \widehat{CM} = 44;27^\circ$$

$$[\text{From [1]}] \frac{\sin \widehat{BH} \times \sin \widehat{MC}}{\sin \widehat{CH}} : \sin \widehat{ZB} = \sin \widehat{MS} : \sin \widehat{SZ}$$

$$\sin \widehat{BH} (= 55;0,10 \text{ for diam.} = 120^\circ) \times \sin \widehat{MC} (= 42;1,1)^{22} = 2311;2,55$$

<sup>19</sup>Ptolemy says airily that  $\widehat{FC}$  (in al-Farghānī's lettering) is "given from the obliquity of the ecliptic" (Toomer's translation [1984], p. 411; "ἐκ δὲ τῆς ἀποδεδειγμένης τοῦ διὰ μέσων ἐγκλίσεως", Ptolemy [1898-1903], vol. 2, p. 195), but in the following derivation of *mediatio* he says that  $\widehat{CB}$  is given from  $\widehat{FG}$  "by means of [the arcs of] the equator which rise together with [those of] the ecliptic at *sphaera recta*" (διὰ δὲ τῶν ἐπ' ὀρθῆς τῆς σφαίρας συνανατολῶν τοῦ τε ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ ζωδιακοῦ) (*Ibid.*, pp. 412 and 196, resp.).

<sup>20</sup>From al-Farghānī's Table 2 (which is Ptolemy's table in the *Almagest*, i.e. for  $\epsilon = 23;51,20^\circ$ , though Ptolemy gives values only for multiples of  $10^\circ$ —see Ptolemy [1898-1903], pp. 134-135, and Toomer [1984], p. 100, for the table of right ascensions) it may be found by interpolation that if  $\widehat{EF} = 65;20^\circ$  then  $\widehat{EC} = 67;13^\circ$ . It may be asked what table al-Farghānī was using, as he deduces  $\widehat{EC}$  from  $\widehat{DC}$ . See Introduction, section 4.

<sup>21</sup>Interpolation in Ptolemy's table (for which  $\epsilon = 23;51,20$ ) yields  $\delta(67;13^\circ) = 21;53,35^\circ$ . For the table see Ptolemy [1898-1903], vol. 1, pp. 80-81, and Toomer [1984], p. 72. If Ptolemy's values (which are given to seconds) are rounded to minutes, interpolation yields  $21;53^\circ$ . Direct calculation with modern sine values and with  $\epsilon = 23;51,20$  gives  $21;53,35^\circ$ . But taking  $\epsilon = 23;33^\circ$  we find (using modern sines) that  $\delta(67^\circ) = 21;34,45^\circ$  and  $\delta(68^\circ) = 21;44,37^\circ$ , and so  $\delta(67;13^\circ) = 21;36,53^\circ$ . If the values of  $\delta$  are rounded to minutes, the result is  $21;37^\circ$ . For  $\epsilon = 23;35^\circ$  these two values become  $21;38,43^\circ$  and  $21;38^\circ$ , resp. Clearly, the most likely value for  $\epsilon$  underlying the declination table used by al-Farghānī is  $23;33^\circ$ .

<sup>22</sup>Recalculation gives  $42;1,1.9$ .

$$[2311;2,55] \div \sin \widehat{CH} (= 55;46,49) = 41;25,53$$

$$\therefore [41;25,53] : \sin \widehat{ZB} = \sin \widehat{MS} : \sin \widehat{SZ}$$

$$\text{But } \sin \widehat{ZB} = \sin \widehat{SZ} \quad \therefore \widehat{ZB} = \widehat{SZ} = \frac{1}{4}\odot$$

$$\therefore \sin \widehat{MS} = 41;25,53$$

$$\therefore \widehat{SM} = 43;40$$

To obtain the *mediatio*

$$\sin \widehat{ZH} : \sin \widehat{HB} = (\sin \widehat{ZM} : \sin \widehat{MS}) \cdot (\sin \widehat{SC} : \sin \widehat{CB})$$

$$[\Delta ZBS/HMC]$$

But  $\widehat{ZH}$   $\widehat{HB}$   $\widehat{ZM}$   $\widehat{MS}$   $\widehat{CB}$  are known: there remains  $\widehat{SC}$

$$\therefore \frac{\sin \widehat{ZH} (= \epsilon) \times \sin \widehat{MS} (= \delta)}{\sin \widehat{MZ} [= \delta]} \times \sin \widehat{BC} / \sin \widehat{HB} = \sin \widehat{CS}$$

$$= 9;39,59^{23}$$

$$\therefore \widehat{CS} = 9;16,16^\circ$$

$$\therefore \widehat{DS} = \widehat{DC} - \widehat{CS} = 147;56,44^\circ$$

$$\alpha^{-1}[147;56,44^\circ] = \widehat{AN} = 150;12^\circ$$

$\therefore N$ , the *mediatio* of the star, is at  $0;12^\circ$  of Gemini

In general, to find the distance of any star from the equator:

$\sin(90 - \epsilon) =$  "first sine"

Take  $\lambda$  from beg. Cap. to degree of star

$\alpha^{-1}[\lambda] = [a]$ , the "argument"<sup>24</sup>

$\delta(a - 90^\circ) =$  declination of the argument

$\sin(\beta + \delta(a))$ , if  $\beta$  and  $\delta(a)$  are of same sign, or

$\sin(\beta \sim \delta(a))$ , if they are of opp. sign, = "second sine"

$\sin(90^\circ - a) =$  "third sine"

$$\frac{\text{1st sine} \times \text{2nd sine}}{\text{3rd sine}} = \sin \delta$$

If  $\beta$  and  $\delta(a)$  are on same side [i.e. of same sign], the distance is on that side; if they are on different sides, the distance is on the side of the greater of the two.

<sup>23</sup>Recalculation gives  $9;40,1.3$ . But if we assume that  $\sin \widehat{BC}$  is rounded from  $23;14,5$  to  $23;14$ , we find  $\sin \widehat{CS} = 9;39,59$ , as in the text. There may be other explanations of this figure.

<sup>24</sup>Again, al-Farghānī is using ascension tables that measure longitude from the first point of Capricorn and right ascension from the co-ascending point of the equator.





Through  $A$  draw the meridian line in the plate,  $TK$

Draw  $GH$   $GZ$  and produce them to cut  $TK$  at  $K$   $T$

Bisect  $TK$  at  $L$

In the plate  $T$  is the zenith and  $TK$  is diam. of [the image of]  
 $\odot ZEH$

$AK$  is semidiam. of the course of  $H$ , and  $AT$  of  $Z$

Add the semidiams. of courses of  $H$  and  $Z$ :  $TK^{27} = 45;22$

$\therefore LT$ , the semid., =  $22;41$

There is no need to find the centre, since all the centres are on one line [the  $\perp$  through  $L$ ]. We can draw this circle in the plate without knowing its semidiameter by drawing it through the images of the east point, west point and zenith.

[ii The general case]

$EZ = 30^\circ$  [e.g.]

$\therefore ZB = 60^\circ$

$\therefore ZHB < \text{rt.}$

Draw  $GK$ , an arc of a great circle, so that  $GKO$  is  $\text{rt.}$ <sup>28</sup>

Complete  $\odot HZOM$

From  $A$  to  $HMO$  draw an arc of a great circle,  $AM$ , that  $\perp HMO$   
 $AM$   $GK$  are from the same circle, through the poles and cutting

$\odot HZOM$  at a  $\text{rt.}$  angle

Draw  $GK$  and produce it to cut the plane of the plate at  $F$

On the plate draw  $AF$ , cutting  $QLS$ <sup>29</sup> at  $Y$

Produce  $FA$  to meet  $[GM]$  at  $N$ , possible  $\therefore GN$   $GF$   $FN$  are in  
the plane of  $\odot GKAM$

$\odot [GKAM]$  cuts  $\odot HZOM$  at a right angle

$\therefore GK$  is the shortest of the lines from  $G$  to  $\odot HZOM$  and  $GM$   
the longest

$\therefore \triangle GFN$  cuts off [i.e. delimits] the cone of [apex  $G$  and] base  
 $\odot HZOM$  by lines  $GK$   $GM$

The plane of the triangle is produced to the plane of the astrolabe;  
their c.s. is  $NF$

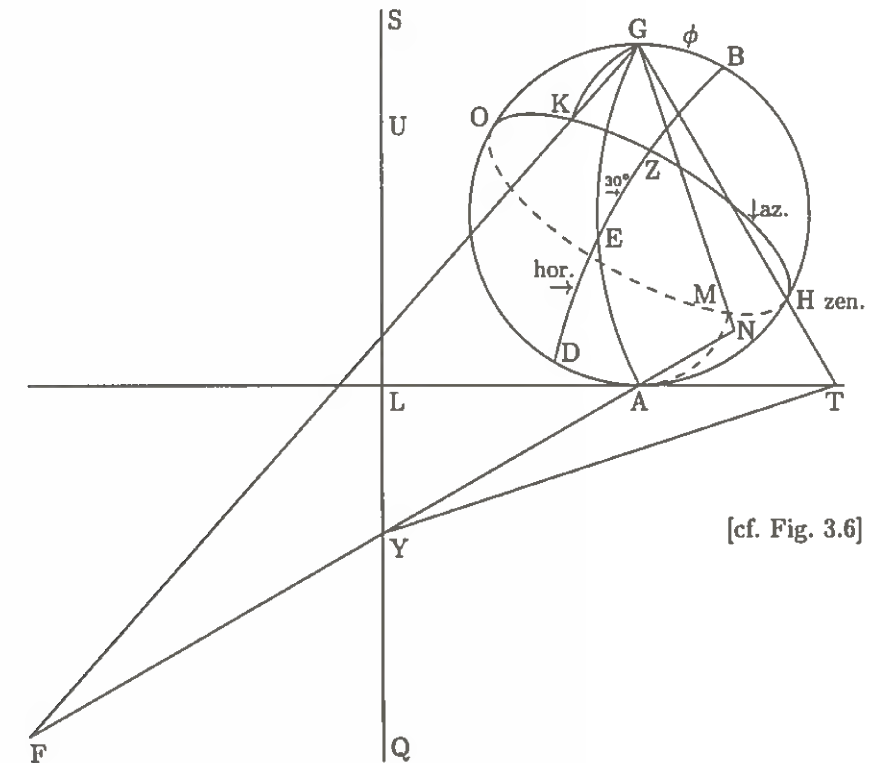
<sup>27</sup>The latitude is again assumed to be  $30^\circ$ . So  $GB = 30^\circ$ ,  $GH = 60^\circ$ ,  $AZ = 60^\circ$  and  $AH = 120^\circ$ . Table 1 gives  $11;20$  and  $34;2$  for  $AT$  and  $AK$ .

<sup>28</sup>Possibly by constructing a great circle through  $G$  and the poles of  $\odot GKOM$ . See Theodosius, *Sphaerica* I 15, 20. This note applies to the next three lines.

<sup>29</sup> $K$  is as in the previous diagram;  $QLS \perp LT$ .  $QLS$  is the line on which all the centres of the azimuths are found.

$\therefore NF$  is diam.  $\odot HZOM$  [when projected] in plane of astrolabe,  
by I [2]

$\therefore$  centre  $\odot HZOM$  [when projected] is on line  $FN$



[cf. Fig. 3.6]

But we have shown [Chap. 2, Prop. 5] that it falls on  $QLS$

$\therefore Y$  is centre of the circle

$\therefore YT = YN = YF = \text{semid. of circle}$

On  $YS$  cut off  $YU = YT$ . So  $YU$  is also semid. of the circle

$\therefore$  circle about  $Y$  and with radius  $YT$  goes through  $N$   $U$   $F$

$BZ = 60^\circ$ ;  $BO = ZO = \frac{1}{4}\odot$ ;  $GO = 90^\circ - \phi$ .  $\therefore GK$  is soon  
determined (cf. declination):

$\text{Sin } ZB : \text{Sin } BO = \text{Sin } KG : \text{Sin } GO$  [rule of four quantities<sup>30</sup>]

<sup>30</sup>Or cf. *Almagest* I 14 in Ptolemy [1898-1903], I pp. 76-81. For early knowledge of the Rule of Four Quantities, see Lorch [2001], pp. 395-397.

and  $\sin \widehat{ZB}$  (=51;57,42 for diam. = 120<sup>p</sup>)  $\times$   $\sin \widehat{GO}$  (=51;57,42)  
= 2700;0,53

this  $\div \sin \widehat{BO}$  (=60<sup>p</sup>) =  $\sin \widehat{KG}$  = 45;0,1

$\therefore \widehat{KG}$  = 48;35

Similarly  $\widehat{AM}$  is known [=  $\widehat{KG}$  = 48;35]

But  $AN$  is semid. of the course of  $M$ , and  $AF$  of  $K$

On  $\odot AMGK$ ,  $\widehat{AK}$  = 180° -  $\widehat{GK}$ . Hence [by Table 1] the semid.  
of the course of  $K$  [and =  $AN$ ]

[ $AF$ ] + [ $AN$ ] [= 43;32 + 8;52] =  $NF$  = 52;24, where diam. of  
course of Cap. is 60<sup>p</sup>

$\therefore YN = YT = 26;12$

For azimuths near that through the east point  $YT$  is close to and  $\doteq$   
 $LT$ ; and  $YL$  is hard to draw accurately and an error therefore occurs  
in  $YL$ . [So calculation is needed:]

$$\sqrt{YT^2 - LT^2} [= 26;12^2 - 22;41^2 \doteq 13;6,41] = YL$$

$$YU (= \text{semid. } [YT]) - YL = LU \doteq 13;6 \text{ [better } 13;5]$$

[Summary of argument of part ii]

In the new diagram  $\odot OEH$  is the azimuth through the east point,  $E$ ;  $OZH$ ,  
a typical azimuth, is taken as 30° from  $\odot OEH$ , so that  $EZ = 30^\circ$

Take the great circle  $GKAM$ , which  $\perp \odot OHZ$

Join  $GK$  and  $GM$  and produce to plate, cutting it at  $F N$

$FA$  produced goes through  $N$  (plane  $GNF$  is the plane of  $\odot GKAM$ )

$\widehat{GK}$  is the shortest arc from  $G$  to  $\odot HZOM$  and  $GM$  the longest

$\therefore$  the cone with apex  $G$  and base  $\odot HZOM$  is delimited by  $GK GM$

$\therefore$  diam. of its image is  $FN$  (Prop. I [2])

But the centre lies also on  $QLS$

$\therefore$  it is at the intersection of  $FN$  and  $QLS$ , at  $Y$

calculation of the semidiameter and position of the centre

$$\sin \widehat{ZB} : \sin \widehat{BO} = \sin \widehat{KG} : \sin \widehat{GO} [O:GK,BZ]$$

$$\therefore (\sin \widehat{ZB} \times \sin \widehat{GO}) / \sin \widehat{BO} = \sin \widehat{KG}$$

Similarly  $AM$  is known [and =  $FG$ ]

Hence  $AF AN$ , from Table 1

The semid. (=  $YT$ ) =  $\frac{1}{2}(AF + FN)$

$$YL = \sqrt{LT^2 - YT^2}$$

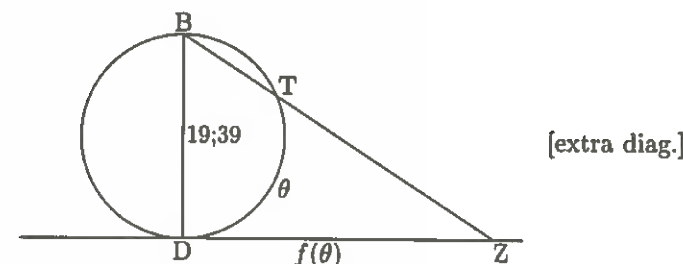
$U$  is a point on  $QLS$  s.t.  $YU = YT$ .

$YU - YL = LU$  (tabulated) [See note on section 5.5 below.]

### Chapter 4: The tables

There are five tables:

1. fundamental table:  $f(\theta)$  for  $\theta = 1(1)180^\circ$ <sup>31</sup>, where  $DZ = f(\widehat{DT})$  (see diagram)



2. right ascensions:  $\alpha(\theta)$  for  $\theta = 1(1)90^\circ$
3. table of 25 fixed stars: name,  $\lambda$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\mu$  ( $\beta$  and  $\delta$  with direction, north or south) for Yazdijird 225 [856-857 AD]<sup>32</sup>
4. almicantars: distance of centre from centre of astrolabe and semidiameter for  $\phi = 0$  and  $15(1)50^\circ$ ;  $h = 0(1)90^\circ$  ( $h$  is the angular distance of the almucantar from the horizon)
5. azimuths:  $LU$ , which =  $YT$  (semid. of the azimuth) -  $LT$  (see Fig. 3.6) for  $\phi = 0$  and  $15(1)50^\circ$ ;  $EZ = 0(5)90^\circ$ .  $EZ$  is the angular distance of the azimuth from the east point.

### Chapter 5: The northern astrolabe

#### [1] The rete: the zodiac

In the diagram  $AG$  is the meridian and  $BD$  is the great circle through the poles and the east- and west-points. The rule  $H'Z'$  is of such a scale that 60 of its divisions are equal to the diameter  $AG$  of the plate.

<sup>31</sup>By the notation  $\theta = x(y)z^\circ$  it is meant that  $\theta$  is taken from  $\theta = x^\circ$  in steps of  $y^\circ$  to  $\theta = z^\circ$ .

<sup>32</sup>For this date, see also Chap. 3, lines 106-107.





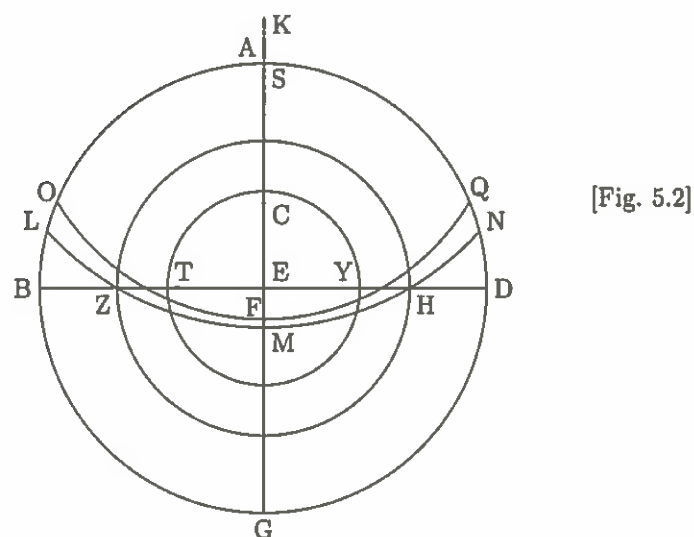
*al-shi'rā al-yamāniya* ["the Southern Sirius",  $\alpha$  Canis Maioris] and *qalb al-'aqrab* ["the Heart of the Scorpion",  $\alpha$  Scorpii] attached to the large arc along the edge of the rete;

*al-dabarān* [ $\alpha$  Tauri], *yad al-jawzā'* [ $\alpha$  Orionis], *al-shi'rā al-sha'āmiya* ["the northern Sirius",  $\alpha$  Canis Minoris] and *qalb al-asad* ["the Lion's Heart",  $\alpha$  Leonis], attached to the smaller arc.

The rim of the *mater* is 4<sup>p</sup> wide. The thickness of the rete is that of two almucantar plates.

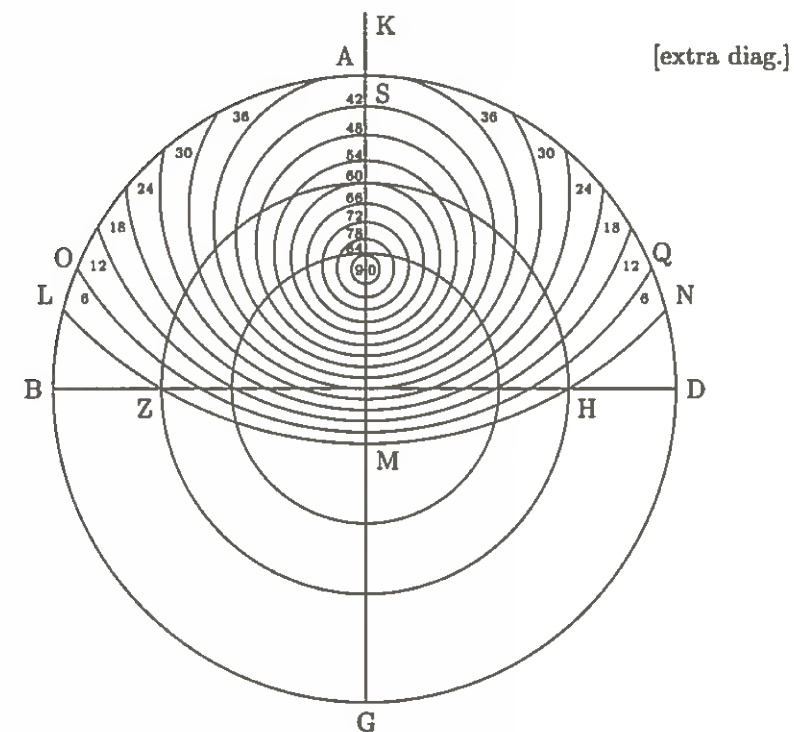
#### [4] Horizon and almucantars

The plate is provided with courses of the first points of Capricorn, Aries and Cancer, the semidiameters ([30], 19;39 and 12;54, respectively) being found from Table 1. The horizon and almucantars are



then drawn on the plate by using the part of Table 4 that is drawn up for the assumed geographical latitude; the example taken is  $\phi = 30^\circ$ .  $K$ , the centre of the horizon, is found from its distance from  $E$ , 34;2°, which is given at the head of the table for latitude  $30^\circ$  (if necessary, line  $EA$  is extended beyond  $A$ ).  $KM$ , the semidiameter of the horizon, is also given in the table: 38;18. With centre  $K$  and distance  $KM$  draw

$LMN$ , the arc of the horizon. Similarly,  $OFQ$ , the almucantar for  $6^\circ$ , is drawn (centre  $S$ ): from Table 1  $SE$  (28;9) and the semidiameter  $SM$  (32;19) are found. And so on till the zenith is reached. We label each almucantar with its distance from the horizon – both east and west, near the edge of the plate, till we reach the first almucantar that lies completely on the plate, and thereafter once only, near the meridian.



#### [5] Azimuths

Take the value at the head of the part of Table 5 drawn up for latitude  $30^\circ$ : 22;41

Put  $CO = 22;41$ , where  $C$  is the zenith

About centre  $O$  and distance  $OC$  draw arc of azimuth of the first points for Aries and Libra. It goes through the intersection of east-west line and the equator

$HOT \parallel DB$

In Table 5 find what is opposite  $10^\circ$  azimuth: 19<sup>p</sup>

$$OK = OL = 19^\circ$$

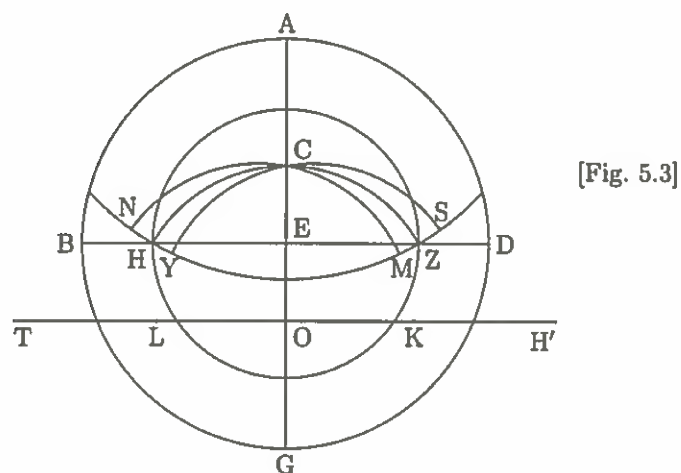
Find the point on  $OH'$  equidistant from  $C$  and  $L$ <sup>34</sup>

With it as centre draw  $SCY$ :

$\widehat{HY}$ , of the horizon, represents the azimuth of  $10^\circ$  from the east point towards the north and  $ZS$  the azimuth of  $10^\circ$  from the west point towards the south

Similarly find the point on  $OT$  equidistant from  $C$  and  $K$  and with it as centre draw  $MCN$ , etc.

Then take what is opposite  $20^\circ$  in Table 1, etc., and so on till  $80^\circ$



[Fig. 5.3]

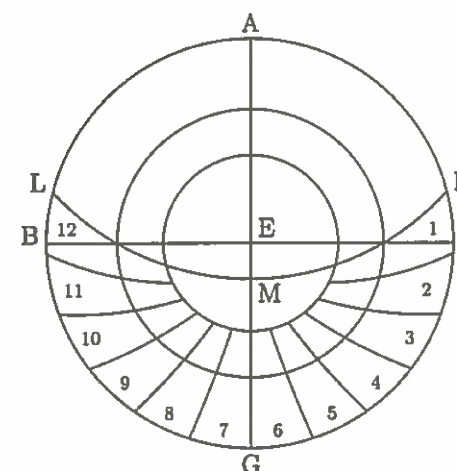
We extend line  $H'T$  when the drawing the azimuths near the meridian. The almucantars should not be drawn through  $C$ , but should stop at the almucantar for  $84^\circ$  [the "small" circle]. We label the azimuths with their distances from the meridian line, beginning at the meridian towards the south.

#### [6] Unequal hours

Of the circles of Capricorn, equator and Cancer the three arcs beneath the horizon are divided into twelve equal parts. Corresponding points

<sup>34</sup>This is a procedure of trial and error. Al-Farghānī has determined the tabulated  $OK$  by finding the semidiameter of the azimuth and the distance of its centre from  $O$ . In Fig. 3.6  $YT$ , the semidiameter,  $YL$ , the distance of the centre from the meridian, and  $UL$  (here  $OK$ ) are successively found. Of these, al-Farghānī calculates  $YL$  since drawing an arc of radius  $TY$  to cut  $QLS$  to find  $Y$  will lead to inaccurate results when  $Y$  is close to  $L$ . Why he takes the further step of subtracting  $YL$  from  $YT$  is not clear.

are joined by arcs of circles, the centres being found by trial and error. We then label the hours, starting in the west.



[Fig. 5.4]

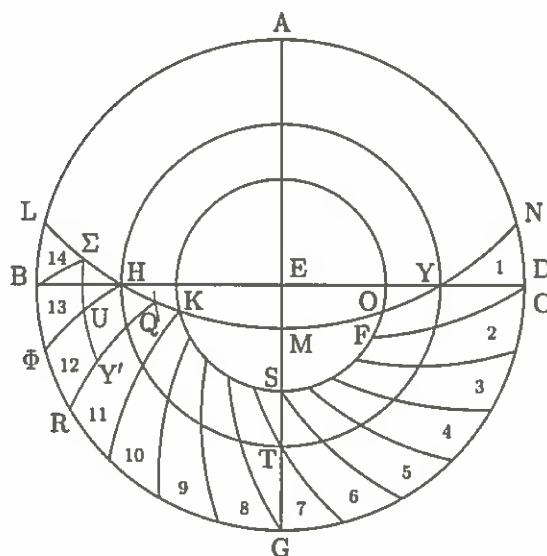
#### [7] Equal hours

In latitude  $30^\circ$  [the night hours when the Sun is at the first point of Capricorn =] the daylight hours when the Sun is at the first point of Cancer = 14 hours, approx.; so we divide  $L\widehat{GN}$  by 14. Similarly, divide  $K\widehat{SO}$ , of the circle of the first point of Cancer, by 10, the number of hours of daylight at the first point of Capricorn. Also divide  $H\widehat{TY}$ , the semicircle of the equator, into 12 (as before – the equal hours at the first point of Aries = the "unequal" hours). Join corresponding points –  $F\widehat{C}$  etc.<sup>35</sup> – until the tenth hour-line, through  $K$ , is reached. [The remaining hour-lines, which do not reach the circle of Cancer, require the construction of further points.] Put the rete on the almucantar plate and find [by trial and error] the point of the zodiac such that when the Sun is on it there are 11 night hours<sup>36</sup>. By rotating the rete,

<sup>35</sup>The corresponding point on  $H\widehat{TY}$  is here to be understood between  $F$  and  $C$ .

<sup>36</sup>There is no hint in the text that calculation was used. No doubt points were tried till the arc made by it under the horizon when the rete is rotated over the plate =  $11 \times 15^\circ$ , i.e.  $165^\circ$ , measured by the pointer on the rete as it moves over the graduated rim of the *mater*, which must be in place under the almucantar plate. We note that the pointer is not mentioned at all in the text and the rim of the *mater* is mentioned only by the way (in section 3 of the chapter).

see where the point cuts the horizon on the left side: this is point  $Q$ , which lies between  $K$  and  $H$ . Draw the eleventh hour-line,  $QR$ , though



[Fig. 5.5]

$Q$  and the corresponding points on the equator and on the circle of Capricorn [ $R$ ]. [For the twelfth and thirteenth hour-lines,] find on the rete the degree of the zodiac for which the night hours are 13 and, by rotation, see where its circle cuts the horizon on the left: point  $\Sigma$ . About centre  $E$  draw  $\Sigma\hat{Y}'$  and bisect it at  $U$ . Through  $H$   $U$  and the corresponding point on  $L\hat{G}N$  [ $\Phi$ ] draw the twelfth hour-line,  $H\hat{U}\Phi$ . Draw the 13th hour-line between  $\Sigma$  and the last [division-]point of the course of Capricorn<sup>37</sup>. If the hours are more than 14, we proceed as before; we keep the hours on the right complete hours and let any fractions appear on the left.

#### Note

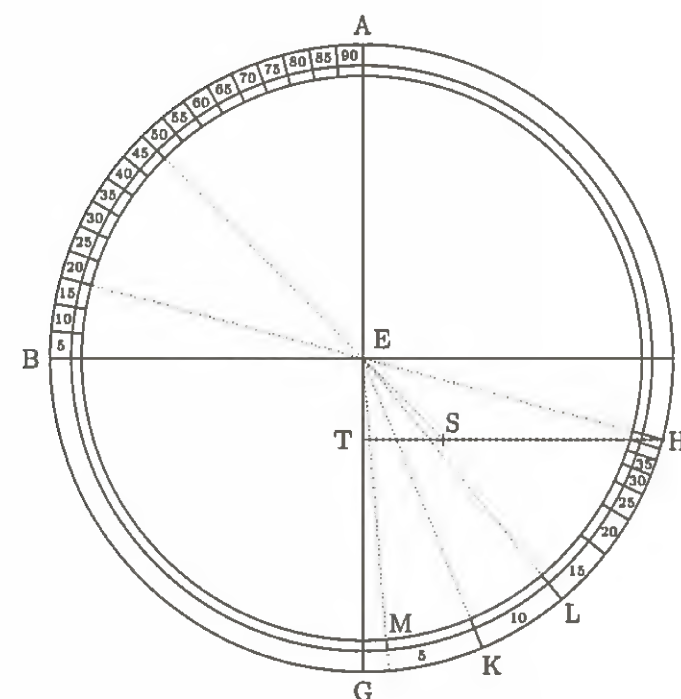
There is no explicit indication of how the nocturnal arc of Capricorn is to be divided into 14 or that of Cancer into 10, but it is likely that we are to take  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  ... from  $N$  and  $O$ . For, though  $K$  and  $L$  are treated as division-points on the arc of Capricorn (as is indeed justified by taking the number of hours to be 14),  $D$  and  $B$  are not: he refers to the first hour-line

<sup>37</sup>It is not clear how al-Farghānī intended this last arc to be drawn, for only two points on it are given.

as arc  $FC$ , not  $FD$ ; and the point connected to  $\Sigma$  for the 13th hour-line is referred to as "the remaining [division-] point of Capricorn". Presumably al-Farghānī wanted the procedure to apply as far as possible to cases other than the very special one of 14 hours ( $D$   $G$   $B$  are division-points only when the number of hours is an even integer).

#### [8] Shadow diagram on back of astrolabe

Only the shadows of altitudes between  $15^\circ$  and  $90^\circ$  are treated – below  $15^\circ$  the lines become numerous and dense [since the shadows are considered as increasing regularly in length].



[Fig. 5.6]

Make an altitude scale on arc  $BA$

Join the  $15^\circ$  point of this scale and  $E$  and produce to  $H$  on  $DG$

$HT \parallel ED$  ( $HT$  is not incised)

Join the  $45^\circ$  point and  $E$  and produce to  $S$  on  $HT$

Divide  $TS$  into 12 equal parts

Divide the rest of  $TH$  into parts equal to these: there are almost 45 of them<sup>38</sup>

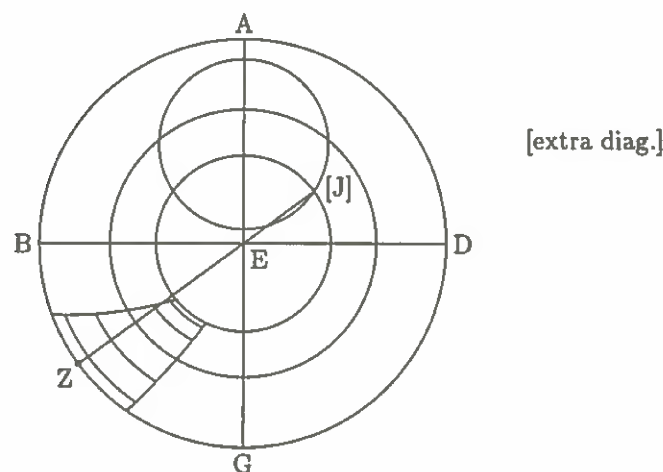
Join  $E$  and the end-points of the 5th, 10th, ... parts and produce to points  $K L \dots$  on  $\widehat{GD}$

Label these points [5, 10, ..., 45]

Join  $E$  to the end-point of the first part on  $TH$  and produce to  $M$  on the inner circle near  $GD$ ; do the same for all the other individual parts of  $HT$

[9] Construction of the line for the shadow [time of 'aṣr]

To draw the line determining the time at which the shadow of a gnomon exceeds its shadow at midday by the length of the gnomon.



Between 8th and 10th unequal-hour-lines draw courses of the beginnings of the signs

Midday altitude of [the course of the beginning of] Cancer [=  $90 - \phi + \epsilon$ ]  $\doteq 83\frac{1}{2}^\circ$

shadow( $83\frac{1}{2}^\circ$ ) =  $1\frac{1}{3}$  parts<sup>39</sup> [1.367 approx.]

$1\frac{1}{3}$  parts + length of gnomon =  $13\frac{1}{3}$  parts

$13\frac{1}{3}$  parts = shadow( $42^\circ$ ) [41.987 approx.]

<sup>38</sup>Calculation gives 44.8 approx.

<sup>39</sup>The "parts" in this section are those of the previous: 1 part =  $\frac{1}{12}$ gnomon.

Put the beginning of Cancer on [the almucantar of] altitude  $42^\circ$  on the plate, on the western side

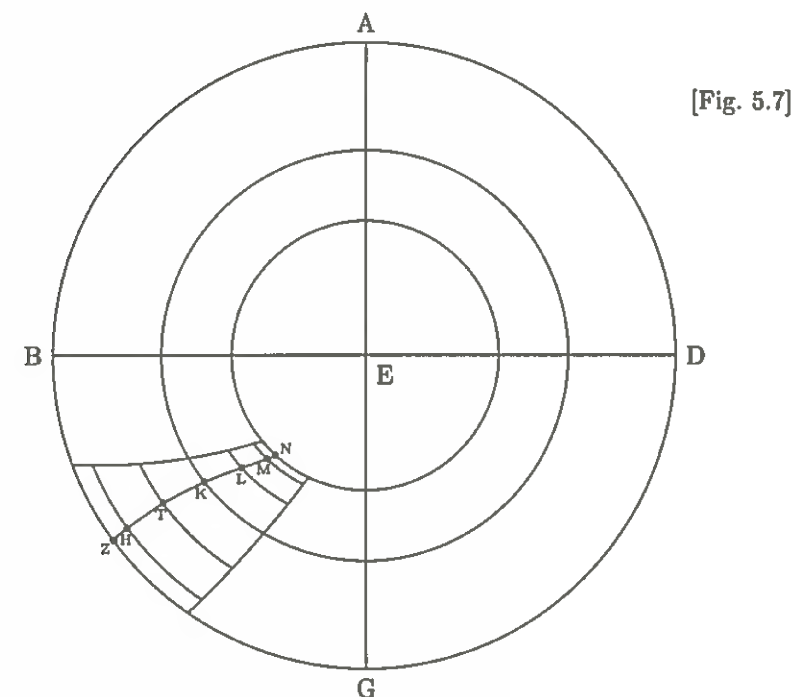
Mark where the beginning of Capricorn [i.e. the point opposite that placed on the almucantar] stands on its course in the plate:  $Z$

Do the same for the beginning of Leo (opp. point: beg. Aquarius): mark  $H$

Do the same with the other signs: hence  $T K L M N$

Join  $Z H T K L M N$  with a smooth curve

When the degree of the zodiac opposite the Sun falls on this line, the shadow of a gnomon will exceed its midday shadow by the length of the gnomon.



Note

In the above diagram the points on the 'aṣr curve were found by following al-Farghānī's procedure. First  $h$ , the altitude of the Sun when the shadow of the gnomon is its shadow at midday + its length (i.e. the time of 'aṣr) is found as follows. Since the midday altitude =  $90 - \phi + \delta$ , where  $\phi$  is the

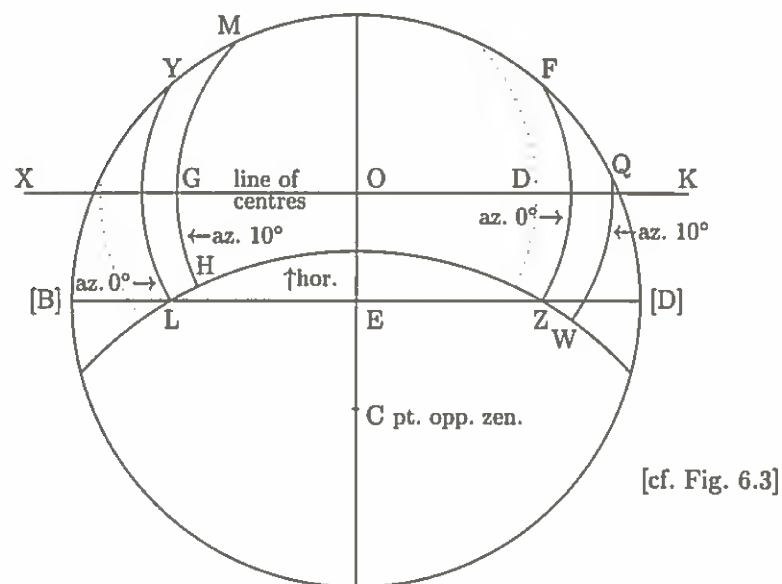






In the column for  $\phi$  [here  $30^\circ$ ] in Table 4 take what is in the first row, 22;41

$CO = 22;41$ ,  $O$  being on the southern part of the meridian



With centre  $O$  and semid.  $OC$  draw  $EZ$   $YL$  on the east and west side, cutting the horizon and the horizon at *Sphaera recta* at their intersections

Through  $O$  draw  $KOX \parallel DB$

Opposite  $10^\circ$  in Table 5 is 19

With compasses with distance 19;0 mark  $D$   $G$  on lines  $OK$   $OX$

Find point on  $OX$  equidistant from  $C$  and  $G$

With centre this point and semid. this distance, draw  $H\widehat{B}M$  [of azimuth of  $10^\circ$ ]

[And from an equivalent point on  $OK$  draw  $WDQ$  [of azimuth of  $10^\circ$ ]]

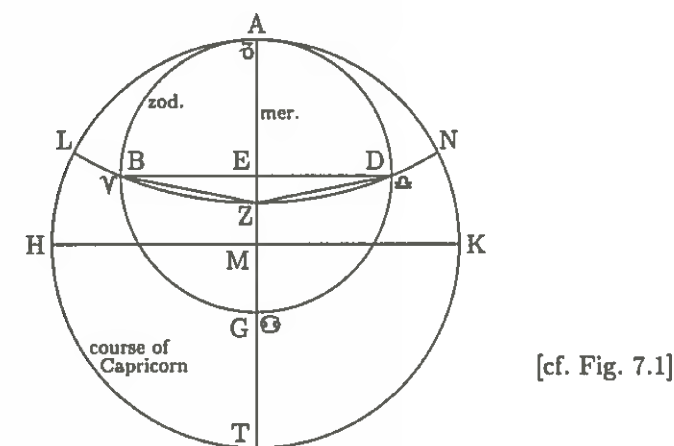
And so on for the other azimuths.

Chapter 7: other forms of the astrolabe are not possible

[1] The plane cannot touch the sphere at a point other than one of the poles.

For then the parallels to the equator, produced by the daily rotation from east to west, would not come out parallel and would have different centres, all of them different from the projection of the pole. Also the horizon at *sphaera recta* would not become a straight line, but an arc of a circle.

Example: let the plane touch the sphere at one of the poles of the zodiac.



$Z$  is the projection of the pole of the equator. The centre of  $\odot AHTK$ <sup>43</sup> is not  $Z$  (cf. the almucantars in the standard projection), but, say,  $M$ . The horizon at *sphaera recta* goes through  $B$   $D$  and  $Z$ <sup>44</sup>: it is arc  $LBZDN$ . Having drawn lines  $BZ$   $ZD$ , we rotate the zodiac about  $Z$ :  $B$  reaches the place originally occupied by  $A$  when  $A$  reaches  $D$ 's old

<sup>43</sup> $AHTK$  is a conjecture of the editor; in the text is  $ABGD$ , but this is obviously nonsense. There are several other unsatisfactory parts of the passage.

<sup>44</sup>It is not clear why the horizon at *sphaera recta* should go through  $B$  and  $D$ , the first points of Aries and Libra. Perhaps al-Farghānī is invoking an analogy with the standard projection – in which  $ABGD$  would be the equator and  $B$   $D$ , the mid-points of  $\widehat{ABG}$  and  $\widehat{ADG}$ , respectively, would be the intersections of the horizon and the equator.

place ( $\because B\hat{Z}A = A\hat{Z}D$ ), but they do this before  $D$  reaches  $G$ 's old place ( $\because A\hat{Z}D \ll D\hat{Z}G$ ). So  $B$  reaches  $A$ 's position before  $B$ 's opposite, point  $D$ , reaches  $G$ : contradiction.

If we let the motion be about  $M$ , the centre of the equator in the projected figure, the above inequality becomes even more pronounced.

#### Note

Al-Farghānī's argument about rotating the zodiac and seeing where four points (the beginnings of Aries, Cancer, Libra and Capricorn) reach in the same time is unclear. Two interpretations are possible:

(i) The motion is considered as being in the sphere and the affects on the projection is considered. When the zodiac is rotated about the poles of the equator, the first point of Aries does not occupy the place originally occupied by the first point of Capricorn, but another point on the circle through both sets of poles. For these two points are at different distances from the pole of the equator. On the projection the whole zodiac circle would rotate. There is no question of the zodiac's rotating within itself.

(ii) A point is imagined moving round the zodiac in the projection – or rather four points, starting at  $B A D G$  – at a uniform angular speed about  $Z$ . But one may ask: to what rotation in the sphere does this correspond?

[2] The mapping in the [melon-shaped] astrolabe is not valid.

#### Note

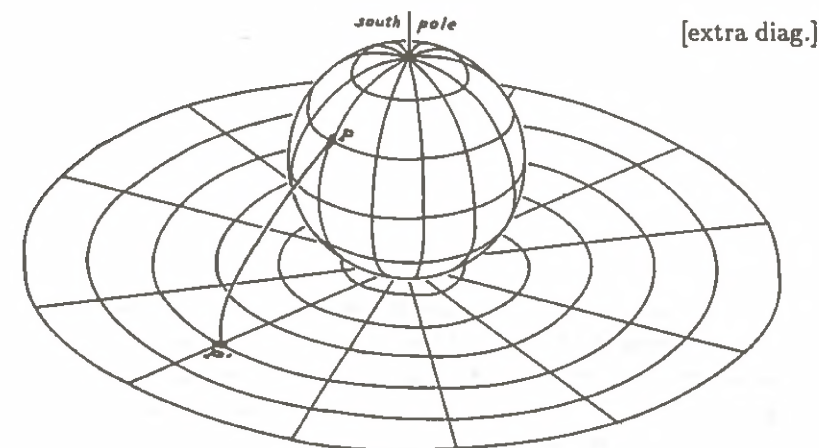
The principle of the mapping in this instrument<sup>45</sup> is shown by the following diagram: meridians are mapped into straight lines through the pole; if  $N$  is the north pole of the sphere, which is in contact with the plane,  $P'$  is the mapping of  $P$  when  $NP' =$  the curvilinear distance  $NP$ .

It is absurd that of the two poles, both stationary points, one should become a circle moving about the other. How can the poles cling to the horizon at *sphaera recta* when one is a movable circle? The zodiac [and the horizon, almucantars and azimuths] are not circles or straight lines and have to be drawn by joining up points; it has the *tannūrī* form [see below].

<sup>45</sup>For the melon-shaped astrolabe, see Kennedy-Kunitzsch-Lorch [1999].

#### Note

The Muḥammad ibn Mūsā mentioned by al-Farghānī as writing a criticism of the melon-shaped astrolabe is presumably Muḥammad ibn Mūsā ibn Shākir, one of the Banū Mūsā. For he is also quoted – again as Muḥammad ibn Mūsā – in Chapter 1 for an identifiable passage from a work by the Banū Mūsā. Abū Ja'far Muḥammad ibn Mūsā al-Khwārizmī, the well known writer on astrolabes, is therefore less likely.



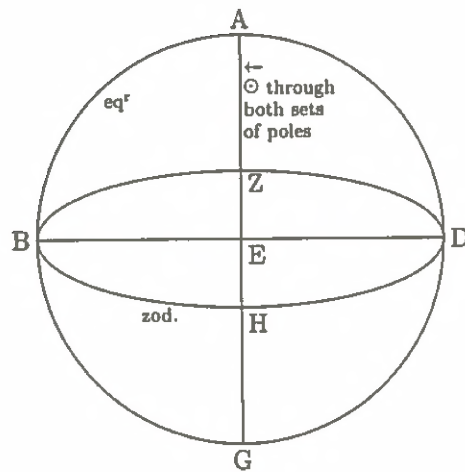
[3] The [orthographic] projection is not practical for the whole sphere and is hard to draw.

This mapping is made by dropping perpendiculars from the points on the sphere onto a plane tangent to it at one of the poles. The zodiac becomes two sections of *tannūrī* form.

In the diagram  $AZ = GH = \text{Versin } \epsilon$ .  $\therefore EZ = EH$ . Hence the courses of Capricorn and Cancer will be the same size; so the instrument will be impossible to work with unless only half the heavens are considered at a time.



[cf. Fig. 7.2]



### Note

Al-Farghānī uses the term *tannūrī* in two places in this chapter: once to describe the rounded form of the zodiac in the melon-shaped astrolabe and again here to describe the zodiac in the orthographic projection. He thought of the latter as “the form of two sections approximately similar to the sections of the *tannūrī* form”. This brings to mind the diagrams in the manuscripts: two arcs are joined together with a sharp angle at each connection. Certainly, ellipses were normally so represented in medieval manuscripts – presumably for lack of instruments to draw them easily –, so that the evidence of the drawings is neutral; but Al-Farghānī’s phrase is curious. In his usage *tannūrī* seems to be some rounded curve that is not a circle<sup>46</sup>.

<sup>46</sup>See Kennedy-Kunitzsch-Lorch [1999], pp. 6, 198-199.

### Bibliography

- C. Anagnostakis, “The Arabic Version of Ptolemy’s Planisphaerium”, Ph.D. thesis, Yale University 1984. Published by University Microfilms.
- Battānī [1899–1907] *Al-Battānī sive Albatēnii opus astronomicum*, ed. C. A. Nallino, 3 vols., Milan 1899–1907.
- Al-Bīrūnī, “Istikhrāj al-awtār fī al-dā’ira”, in *Rasā’il al-Bīrūnī*, Hyderabad 1367/1948.
- Al-Bīrūnī, *Kitāb taḥdīd nihāyāt al-amākin li-taṣḥīḥ masāfāt al-masākin*, ed. P. Bulgakov, Cairo 1962.
- Al-Bīrūnī, *The Determination of the Coordinates of Positions for the Correction of Distances between Cities*, translated by Jamil Ali, Beirut 1967.
- A. A. Björnbo, “Studien über Menelaos’ Sphärik. Beiträge zur Geschichte der Sphärik und Trigonometrie der Griechen”, *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften* 14 (1902), viii + 154 pp.
- C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, vol. I (2nd ed.), Leiden 1943; Suppl., I, Leiden 1937.
- F. J. Carmody, *Arabic Astronomical and Astrological Sciences in Latin Translation. A Critical Biography*, Berkeley and Los Angeles 1956. A Copy Annotated by Francis S. Benjamin.
- F. Charette, “al-Farghānī’s Tables for Constructing Astrolabes”, unpublished typescript of a paper presented at the Jubilee Symposium on al-Farghānī, Uzbek Academy of Sciences, Samarkand and Fergana, Uzbekistan, September 1998.
- F. Charette and P. G. Schmidl, “al-Khwārizmī and Practical Astronomy in Ninth-Century Baghdad. The Earliest Extant Corpus of Texts in Arabic on the Astrolabe and Other Portable Instruments”. Forthcoming.
- M. Clagett, *Archimedes in the Middle Ages*, vol. 1: *The Arabo-Latin Tradition*, Madison 1964.
- M. Destombes, “Note sur le catalogue d’étoiles du Calife Al-Mamoun”, *Actes du VIII<sup>e</sup> Congrès International d’Histoire des Sciences (Florence-Milan 3-9 Septembre 1956)*, Florence 1958, pp. 309–312.

Diocles → Toomer

Euclid [1926] Sir Tho. L. Heath, *The Thirteen Books of Euclid's Elements*, 2nd ed., Cambridge 1926; repr. New York 1956.

Al-Farghānī [1669/1986] *Jawāmi' 'ilm al-nujūm*, ed. J. Golius, 1669; repr. Frankfurt am Main 1986.

Al-Farghānī [1537] *Rudimenta astronomica Alfragani* . . ., Nuremberg 1537.

J. Frank, "Die Verwendung des Astrolabs nach al Chwārizmī", *Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin* 3, Erlangen 1922.

S. Gibbs, *Greek and Roman Sundials*, New Haven 1976 (Yale Studies in the History of Science and Medicine, 11).

D. Girke, *Drei Beiträge zu den frühesten islamischen Sternkatalogen mit besonderer Rücksicht auf Hilfsfunktionen für die Zeitrechnung bei Nacht*, Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Preprint Series No. 8 (1988).

E. Glowatzki and H. Götsche, *Die Sehnentafel des Klaudios Ptolemaios nach den historischen Formelplänen neu berechnet*, München, Wien 1976.

Ibn Abī Uṣaybi'a, *Kitāb 'uyūn al-anbā' fī ṭabaqāt al-aṭibbā'*, 2 vols., Cairo 1299/1882.

Ibn al-Nadīm, *Kitāb al-fihrist*, ed. G. Flügel, Leipzig 1871-72; repr. Beirut: Maktabat Khayyāt [1964].

M. Jenkins (ed.), *Islamic Art in the Kuwait National Museum. The al-Sabah Collection*, London 1983.

E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, NS 46 (1956) Part 2, 123-177; repr. ca. 1989 (with new pagination).

E. S. Kennedy, *A Commentary upon Bīrūnī's Kitāb taḥdīd al-amākin*, Beirut 1973.

E. S. Kennedy, P. Kunitzsch, R. P. Lorch (eds.), *The Melon-Shaped Astrolabe in Arabic Astronomy*, Stuttgart 1999.

Khwarizmi [1914] *Die astronomischen Tafeln des Muḥammed ibn Mūsā al-Khwārizmī in der Bearbeitung des Maslama ibn Aḥmed al-Madjrīfī und der latein. Uebersetzung des Athelhard von Bath*, ed. A. Bjørnbo, R. Besthorn and H. Suter, Copenhagen 1914.

Khwarizmi → Frank, Neugebauer

D. A. King, *Mathematical Astronomy in Medieval Yemen. A Biobibliographical Survey*, Malibu 1983.

King [1983a] D. A. King, *al-Khwārizmī and New Trends in Mathematical Astronomy in the Ninth Century*, Hagop Kevorkian Center for Near Eastern Studies, Occasional Papers on the Near East No. 2, New York 1983.

D. A. King, *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library*, Winona Lake, Indiana 1986.

D. A. King, "A Survey of Medieval Islamic Shadow Schemes for Simple Time Reckoning", *Oriens* 32 (1990) 191-249.

D. A. King, *A Catalogue of Medieval Astronomical Instruments*, 1: Early Eastern astrolabes (to ca. 1500), 2: The earliest Eastern Islamic astrolabes (9th-11th centuries) [July 1994 version].

P. Kunitzsch, "Die arabische Herkunft von zwei Sternverzeichnissen in cod. Vat. gr. 1056", *Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft* 120 (1970) 281-287; repr. in Kunitzsch [1989], item III.

P. Kunitzsch (ed.), *Claudius Ptolemäus. Der Sternkatalog des Almagest. Die arabisch-mittelalterliche Tradition*, 3 vols., Wiesbaden 1986-1991.

P. Kunitzsch, *The Arabs and the Stars*, Northampton 1989.

P. Kunitzsch, "On Six Kinds of Astrolabe: a Hitherto Unknown Latin Treatise", *Centaurus* 36 (1993) 200-208; repr. in Kunitzsch [2004], item XXII.

P. Kunitzsch, "The Second Arabic Manuscript of Ptolemy's *Planisphaerium*", *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 9 (1994) 83-89; repr. in Kunitzsch [2004], item VI.

P. Kunitzsch, "The Role of Al-Andalus in the Transmission of Ptolemy's *Planisphaerium* and *Almagest*", *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 10 (1995-96) 147-155; repr. in Kunitzsch [2004], item VII.

P. Kunitzsch, "Traces of a Tenth-Century Spanish-Arabic Astrolabe", *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 12 (1998) 113-120; repr. in Kunitzsch [2004], item XVI.



- P. Kunitzsch, "Three Dubious Stars in the Oldest European Table of Astrolabe Stars", *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 13 (1999–2000) 57–69; repr. in Kunitzsch [2004], item XIX.
- P. Kunitzsch, "Jadwal al-kawākib al-thābita fī al-zīj al-ma'mūnī al-mumtaḥan", *Proceedings of the Twenty-Second Annual Conference for the History of Arabic Science, Aleppo, October 23–25, 2001*, Aleppo University Press 1424/2003, pp. 345–351.
- P. Kunitzsch, *Stars and Numbers*, Aldershot 2004.
- R. Lorch, "Ptolemy and Maslama on the Transformation of Circles into Circles in Stereographic Projection", *Archive for History of Exact Sciences* 49 (1995–96) 271–284.
- R. Lorch, *Thābit ibn Qurra. On the Sector-Figure and Related Texts*, Frankfurt am Main 2001.
- P. Luckey, "Das Analemma von Ptolemäus", *Astronomische Nachrichten* 320 (Nr. 5498) (1927) 17–46.
- L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and their Works*, Geneva 1956.
- Menelaus → Björnbo
- Mumtaḥan Tables* [1986] Yahyā ibn Abī Maṣṣūr, *Al-Zīj al-Ma'mūnī al-mumtaḥan*, Frankfurt am Main 1986 (reproduced in facsimile from MS ar. 927 in the Escorial Library).
- F. Nau, "Le traité sur l'astrolabe plan de Sévère Sabokht", ed. F. Nau, *Journal asiatique* 1899, 56–101 and 238–303.
- O. Neugebauer, "The Early History of the Astrolabe", *Isis* 40 (1949) 240–256.
- O. Neugebauer, *The Astronomical Tables of al-Khwārizmī*, Copenhagen 1962.
- Philoponus [1981] Jean Philopon, *Traité de l'astrolabe*, trans. A. P. Segonds. *Astrolabica* 2, Paris 1981.
- Ptolemy. *Claudii Ptolemaei opera quae exstant omnia*, vol. I, pars 1–2: *Syntaxis mathematica*, Leipzig 1898–1903; vol. II: *Opera astronomica minora*, Leipzig 1907 (including *Analemma* and *Planisphaerium*).
- Ptolemy → Anagnostakis, Kunitzsch, Luckey, Toomer
- A. I. Sabra, "Al-Farghānī", *Dictionary of Scientific Biography*, vol. 4, 541–545, New York 1971.
- Sebokht, Severus → Nau

- F. Sezgin, *GAS V and VI. Geschichte des arabischen Schrifttums V, Mathematik*, (1974), and VI, *Astronomie*, (1978), Leiden.
- M. Steinschneider, *Die hebraeischen Übersetzungen des Mittelalters und die Juden als Dolmetscher*, Berlin 1893; repr. Graz 1956.
- Al-Šūfī, *Šuwaru 'l-kawākib or Uranometry*, Hyderabad-Deccan 1373/1954.
- Thābit → Lorch
- Theodosius Tripolites, *Sphaerica*, ed. J. L. Heiberg, Berlin 1927.
- Les Sphériques de Théodose de Tripoli, œuvres traduites ... avec une introduction et notes par P. ver Eecke*, Bruges 1927.
- Theon [1822] ΘΕΩΝΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΩΣ ΥΠΟΜΝΗΜΑ. *Commentaire de Théon d'Alexandrie sur le livre III de l'Almageste de Ptolémée; Tables manuelles des mouvements des astres*, ed. M. Halma, Paris 1822; repr. 1990.
- G. J. Toomer, "Al-Khwārizmī, Abū Ja'far Muḥammad ibn Mūsā", *Dictionary of Scientific Biography*, vol. 7, 358–365, New York 1973.
- G. J. Toomer, *Diocles on Burning Mirrors*, Berlin etc. 1976.
- G. J. Toomer, Review of Glowatzki and Götsche (*q.v.*), *Centaurus* 21 (1977) 321–323.
- G. J. Toomer (trans.), *Ptolemy's Almagest*, London 1984.
- Al-Ṭūsī, Naṣīr al-Dīn, *Rasā'il*, vol. 2, Hyderabad 1359 [1940].
- J. Vernet, "Las 'Tabulae Probatae'", *Homenaje a J. M. Millás-Vallicrosa*, II (Barcelona 1956), pp. 501–522; repr. in Vernet [1979], pp. 191–212.
- J. Vernet, *Estudios sobre historia de la ciencia medieval*, Barcelona 1979.
- J. Vogt and M. Schramm, "Synesios vor dem Planisphaerium", in *Das Altertum und jedes neue Gute. Festschrift für Wolfgang Schade-waldt zum 15. März 1970*, Stuttgart 1970, pp. 264–311.